

# Investiga.TEC

ISSN 1659-3383


VOLUMEN 17 • NÚMERO 49 • ENERO DEL 2024

Eficiencia de un sistema de fertirrigación en la aplicación de un bioestimulante a base de microalgas Phyco Plus usando filtros de malla y anillos

Pág. 10



**TEC** | Tecnológico  
de Costa Rica

 portal investiga.TEC

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

Unidad de Publicaciones (TEC)



La fotografía de portada corresponde al artículo que ofrecemos en la página 10, titulado "Eficiencia de un sistema de fertirrigación en la aplicación de un bioestimulante a base de microalgas Phyco Plus usando filtros de malla y anillos". Se aprecia el sistema de riego por goteo. Fuente de la imagen: <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/drip-irrigation-593060306>

# Presentación

Compartimos con nuestros lectores la primera edición del año 2024, para la cual hemos seleccionado una serie de artículos que dan a conocer nuevas tendencias en investigación y extensión.

Iniciamos presentando una investigación que se lleva a cabo en el Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA), con la colaboración de estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental del Tecnológico de Costa Rica, que busca a través de la tecnología de lodos aerobios granulares, promover técnicas para el tratamiento de aguas residuales, adaptadas a las necesidades de las comunidades costarricenses.

Seguidamente se aborda un tema de interés para el sector agrícola costarricense, se trata de una investigación realizada por un grupo multidisciplinario del TEC, el cual le permite conocer sobre las posibilidades de utilizar de forma eficiente un sistema de riego para aplicar bioestimulantes a base de microalgas.

Desde CONARE se desarrolla una iniciativa interinstitucional cuyo objetivo es capacitar a la población nacional, de manera virtual y gratuita en distintas áreas de conocimiento, se trata de "Costa Rica aprende con la U Pública". En nuestro tercer artículo se hace un recorrido por los antecedentes de esta iniciativa, sus características y los resultados obtenidos en las ediciones realizadas.

De seguido una investigadora de la Escuela de Administración de Empresas se refiere a la importancia de los congresos internacionales como medio para la divulgación de los resultados de la investigación y de la extensión, así como para la creación de redes de contacto. Además, da a conocer un detalle de la participación de su escuela en eventos realizados en el 2023.

Como resultado de una investigación doctoral se desprende un artículo que describe un enfoque innovador para la extracción de modelos de conocimiento a partir de libros de texto y su aplicación en la educación y en el ámbito empresarial.

La investigación que se aborda en el último artículo analiza la relación entre factores cognitivos y de contexto con la actitud emprendedora y el desempeño en mujeres emprendedoras universitarias.

Esperamos que estos artículos sean de interés y utilidad para nuestros lectores.

# Contenidos

Lodos aerobios granulares: una tecnología de tratamiento de aguas residuales para Costa Rica .....	4
Eficiencia de un sistema de fertirrigación en la aplicación de un bioestimulante a base de microalgas Phyco Plus usando filtros de malla y anillos .....	10
Costa Rica aprende con la U Pública: promoviendo el acercamiento y la vinculación de la Universidad Pública con la comunidad nacional.....	19
Congresos internacionales como medio de divulgación de la investigación científica <i>Resultados 2023: Escuela de Administración de Empresas</i> .....	25
Extracción de modelos de conocimiento a partir de libros de texto y su aplicación en los negocios .....	33
¿Qué influencia tienen aspectos relacionados con la personalidad y el entorno en la actitud y el desempeño emprendedor de mujeres universitarias latinoamericanas?.....	41

# Lodos aerobios granulares: una tecnología de tratamiento de aguas residuales para Costa Rica

**Mary Luz Barrios-Hernández**

Carrera de Ingeniería Ambiental  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
✉ mbarrios@itcr.ac.cr

---

## Resumen

La gestión de aguas residuales en Costa Rica, centrada principalmente en la regulación de la eliminación de materia orgánica, requiere una inversión en tecnologías para abordar una mayor gama de contaminantes. Como institución académica, el TEC está promoviendo la tecnología de Lodos Aeróbicos Granulares, basada en aglomerados de bacterias que se forman de manera natural estimulando la actividad biológica desde el centro hacia el exterior del gránulo, asegurando así la remoción simultánea de materia orgánica, nitrógeno y fósforo. Este enfoque ha impulsado la creación de prototipos de sistemas adaptados a las necesidades de las comunidades costarricenses, utilizando modelos matemáticos que garantizan la eliminación completa de contaminantes. Además, se está avanzando a través de investigaciones de laboratorio y colaboración nacional e internacional para implementar esta tecnología en el contexto del país y promover su adopción a gran escala.

**Palabras claves:** lodo aerobio granular, remoción de nutrientes, nitrógeno, fósforo.

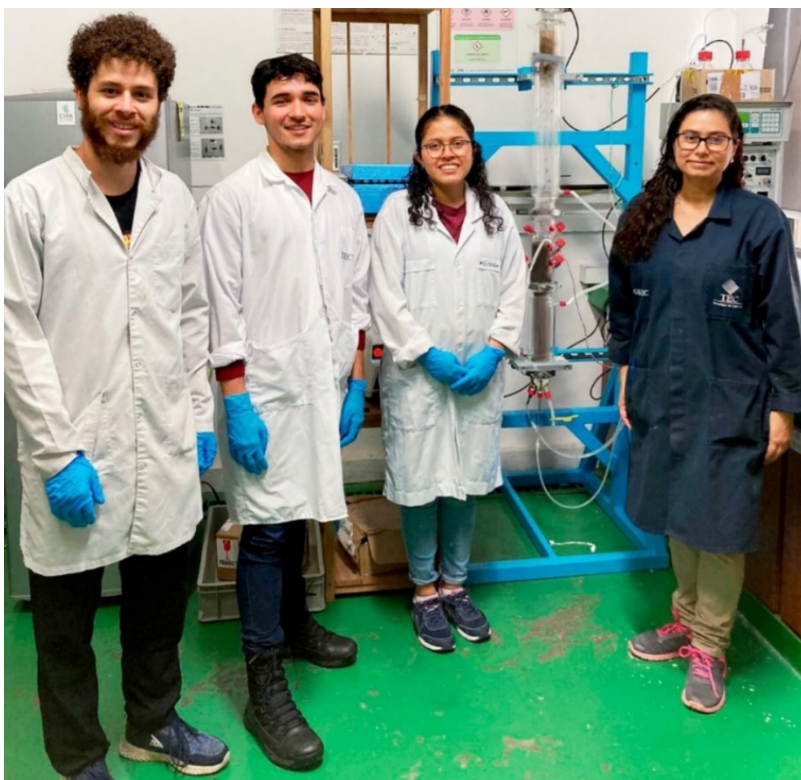


## Introducción

La preservación del medio ambiente y la salud pública requiere poner en primer plano el tratamiento de aguas residuales. En naciones como la nuestra, con una rica biodiversidad y ecosistemas delicados, resulta imperativo mantener la calidad de los recursos hídricos, incluyendo ríos, lagos y acuíferos.

Costa Rica ha avanzado en la gestión de aguas residuales en los últimos años mediante la introducción de nuevos sistemas de recolección y tratamiento, así como el desarrollo de regulaciones y políticas ambientales que garantizan un manejo adecuado de las mismas [1]. Se ha apostado mayormente a sistemas de tratamiento biológico diseñados bajo la configuración más simple de los lodos activados, constituida por un tanque de reacción biológico para la eliminación de materia orgánica y un clarificador para separar físicamente el agua tratada [2]. La idea está sustentada y protegida por el Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales que se centra en la regulación de la remoción de materia orgánica y sólidos presentes en el agua excedente doméstica [3]. No obstante, es esencial que el país realice inversiones en tecnologías de tratamiento que eliminen otros contaminantes de gran importancia, como los nutrientes presentes en el agua residual, específicamente el nitrógeno y el fósforo.

Como academia se busca cooperar en el fortalecimiento de ese conocimiento y ofrecer con sustento sistemas que tengan la capacidad de remover de manera completa y simultánea la mayoría de esos contaminantes. Actualmente existe a nivel internacional un proceso descendiente de los lodos activados, llamado Lodos Aeróbicos Granulares, el cuál por medio de una configuración más simple logra el objetivo de un tratamiento completo [4] [5]. Esta tecnología apenas da sus primeros pasos en Costa Rica y esto ha sido gracias a las investigaciones que se han estado desarrollando a escala laboratorio en el Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA), que busca reforzar los conocimientos para su futura aplicación a nivel nacional con la colaboración de estudiantes de la carrera Ingeniería Ambiental de la Escuela de Química del Tecnológico de Costa Rica (Figura 1).

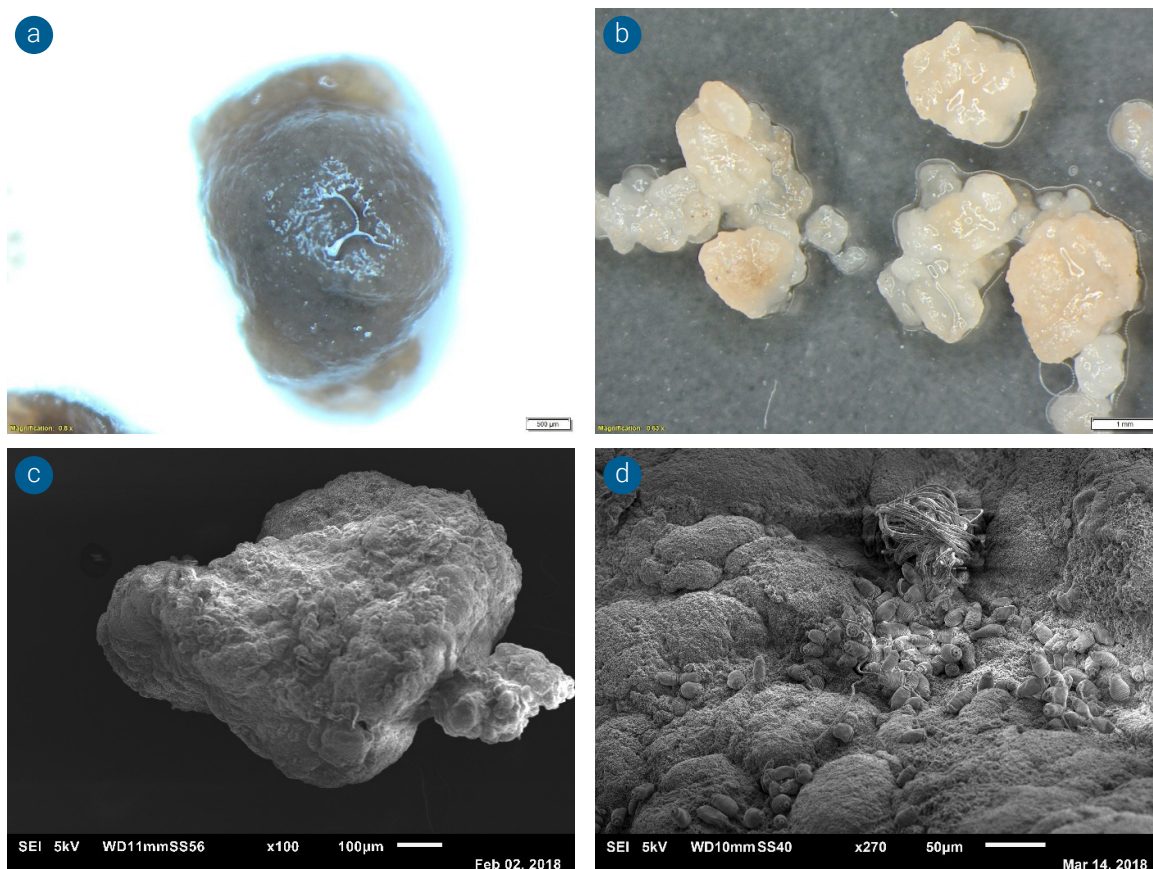


**Figura 1.** Participantes de la investigación en lodos aerobios granulares (LAG) en Costa Rica llevada a cabo en el CIPA-TEC. De izquierda a derecha estudiantes de Ingeniería Ambiental: Joshua Valverde, Fernando Molina y Gissel Hernández; seguida por la asistente de laboratorio del CIPA: Sofía Infante. Fuente: grupo de investigación LAG-CIPA-TEC 2023-2025.

## Lodos aeróbicos granulares

Los lodos aeróbicos granulares son un grupo de bacterias aglomeradas naturalmente bajo condiciones de operación específicas, formando estructuras esféricas o gránulos [6]. Su estructura porosa permite la penetración limitada de oxígeno y nutrientes que favorece la actividad bacteriana en su interior [5]. Además, toman su aspecto dependiendo del sustrato con el que se alimenta, por ejemplo, en la Figura 2.a se muestra un gránulo de color oscuro cultivado con agua residual doméstica; en la Figura 2.b se exponen gránulos formados con agua residual sintética, preparada con acetato de sodio y nutrientes, dándole normalmente un color blancuzco a la biomasa. Indiferente del sustrato con el que se les nutre, su composición está basada en bacterias aglomeradas, estas se pueden apreciar en la Figura 2.c; y si el sustrato se carga de material particulado, se podrá observar una proliferación de organismos de mayor tamaño como lo son los protozoos ciliados que se adhieren a la superficie granular (Figura 2.d).

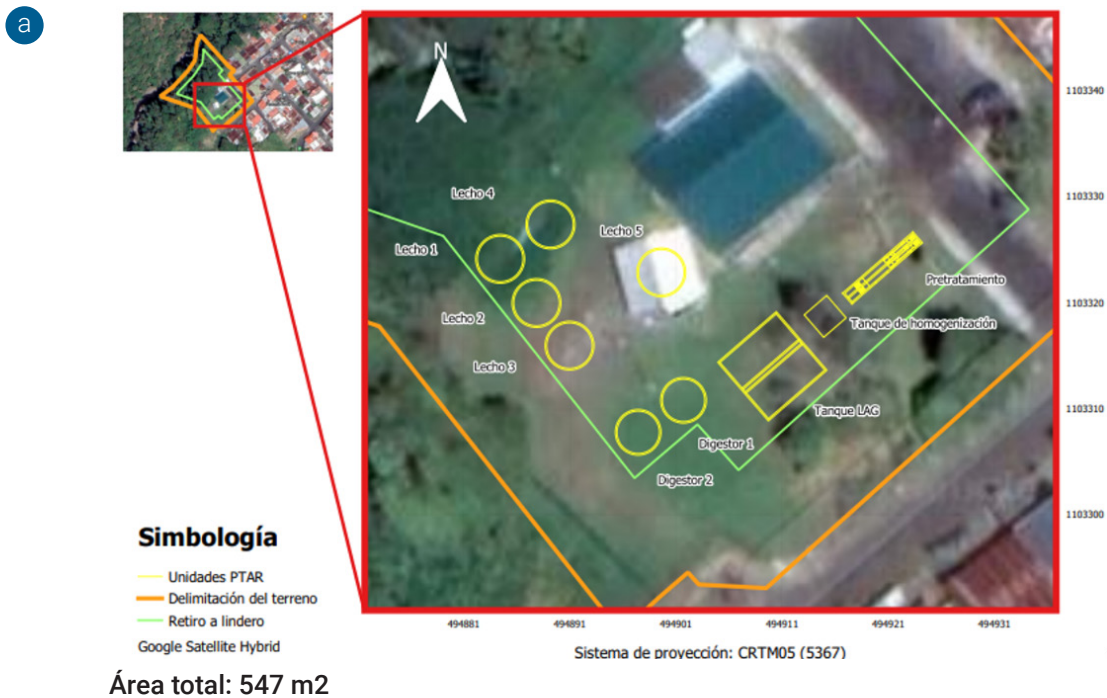
Las bacterias formadoras de gránulos son generalmente: *Candidatus Accumulibacter*, las cuales se agrupan en la parte interna del gránulo y su trabajo es almacenar polifosfato en su interior, por lo que son ideales para la remoción biológica del fósforo. Adicionalmente, en la parte externa del gránulo las *Nitrosomonas* oxidan de amonio a nitritos y nitratos; mientras que los *Nitrobacter*, organismos desnitrificantes, se esconden en la zona intermedia de los gránulos para laborar en la conversión de los nitratos producidos en nitrógeno gaseoso. Con esta organización bacteriana y condiciones operacionales específicas de un reactor secuenciado en lotes (SBR por sus siglas en inglés, sequencing batch reactor) se puede obtener remoción completa de la materia orgánica y nutrientes en ciclos y una mejor capacidad de sedimentación en un solo tanque bilógico [4] [5].



**Figura 2.** Apariencia de los lodos aerobios granulares. a) Gránulos cultivados en una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas observado con microscopía óptica, escala 500 µm; b) Gránulos cultivados en un reactor de laboratorio con agua sintética, microscopía óptica escala 500 µm; c) Gránulo fijado utilizando microscopía de barrido electrónica, escala 100 µm y d) Acercamiento de un gránulo fijado utilizando microscopía de barrido electrónica, escala 10 µm. **Fuente:** elaboración propia.

## Avances en Costa Rica

A nivel de diseño se han elaborado pequeños prototipos de lodos aerobios granulares para comunidades costarricenses en conjunto con entidades privadas y gubernamentales. Por ejemplo, en la Figura 3 se muestra el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) basada en la tecnología granular que fue adaptada a las necesidades de la comunidad y al espacio disponible de una PTAR existente en Costa Rica. Con su elaboración, se crearon memorias de cálculo preliminares que permiten la adaptación de sistemas de tratamiento a las necesidades específicas de cada comunidad, ya que, utilizan modelos matemáticos estandarizados basados en la cinética microbiana y calidad del agua afluente.



**b** **Características del reactor**

Volumen (m <sup>3</sup> )	250
Altura (m)	5
Área superficial (m <sup>2</sup> )	50
Tasa de intercambio (%)	11
Relación comida/microorganismo (kg DQO/ kg SSML día)	0.1
Velocidad ascendente (m/s)	0.6
Concentración de la biomasa (g/L)	8



**Figura 3.** PTAR de Lodos Aerobios Granulares para el tratamiento de las aguas residuales de una urbanización en Costa Rica. a) Esquema de la planta; b) Diseño renderizado. Fuente: tomado con permiso de [7].

A escala laboratorio los primeros pasos en la investigación aplicada están ayudando a entender la capacidad de los lodos aerobios en la remoción simultánea de contaminantes y su potencial evolución a partir de los lodos activados. La eficacia de gránulos aerobios maduros fue probada al comparar el tratamiento de agua residual doméstica proveniente de una urbanización cercana a la sede central



del TEC con cargas orgánicas forzadas preparadas a partir de una mezcla de agua residual con 1% v/v y 4% v/v lodos previamente digeridos de tanques sépticos [8]. Los experimentos se ejecutaron en contenedores abiertos siguiendo métodos operacionales meramente aerobios no comunes de la tecnología, por lo que no se buscaba alcanzar remociones completas de contaminantes, sino mejorar la comprensión de la operación interna del gránulo.

En general, el monitoreo en la eliminación de contaminantes mostró que a medida que aumentaba la concentración de lodos sépticos, la calidad del efluente disminuía para tres de los parámetros medidos entre ellos, remoción de materia orgánica utilizando como medida la demanda química de oxígeno (DQO) soluble, ortofosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) y la remoción de amoníaco ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ); permitiendo además determinar factores limitantes de operación que eventualmente pueden afectar la estabilidad y actividad de los gránulos. Se demostró que a pesar de que los gránulos son muy resistentes a agentes externos, se requiere su formación y crecimiento a nivel local. Por lo tanto, el enfoque en la investigación de laboratorio será fundamental para comprender el rendimiento y los desafíos asociados con esta tecnología.

Futuras investigaciones serán posibles gracias a la red de trabajo que se ha desarrollado coordinada por el CIPA-TEC en el tema de lodos aerobios granulares, incluyendo colaboradores del Departamento de Saneamiento de Aguas Residuales de la Municipalidad de La Unión, personas investigadoras nacionales como el Instituto de Investigaciones en Salud de la Universidad de Costa Rica (INISA-UCR); e internacionales como el Departamento de Abastecimiento de Agua, Saneamiento e Ingeniería Ambiental del IHE Delft Institute of Water Education, con quienes se estará trabajando en conjunto en los temas de formación de gránulos a partir de lodos activados a gran escala y la potencial recuperación de subproductos como el fósforo de la matriz granular. Próximos comunicados proporcionarán mayor información de los progresos logrados en esta colaboración.

## Referencias

- [1] Programa Estado de la Nación, "Vigesimosexto informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible," 2020.
- [2] D. Ramírez-Morales *et al.*, "Occurrence of pharmaceuticals, hazard assessment and ecotoxicological evaluation of wastewater treatment plants in Costa Rica," *Science of the Total Environment*, vol. 746, p. 141200, 2020.
- [3] MINAE, *Decreto N° 33601-S – Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales*. Costa Rica: [www.gaceta.go.cr](http://www.gaceta.go.cr), 2007.
- [4] M. Pronk, A. Giesen, A. Thompson, S. Robertson, and M. Van Loosdrecht, "Aerobic granular biomass technology: Advancements in design, applications and further developments," *Water Pract Technol*, vol. 12, no. 4, pp. 987–996, Dec. 2017, doi: 10.2166/WPT.2017.101.
- [5] M. K. De Kreuk, J. J. Heijnen, and M. C. M. Van Loosdrecht, "Simultaneous COD, nitrogen, and phosphate removal by aerobic granular sludge," *Biotechnol Bioeng*, vol. 90, no. 6, pp. 761–769, Jun. 2005, doi: 10.1002/BIT.20470.
- [6] M. K. de Kreuk, N. Kishida, and M. C. M. van Loosdrecht, "Aerobic granular sludge - State of the art," *Water Science and Technology*, vol. 55, no. 8–9, pp. 75–81, 2007, doi: 10.2166/WST.2007.244.
- [7] M. J. Peralta-Brenes, "Diseño de una planta de Lodos Aerobios Granulares para el tratamiento de las aguas residuales de la urbanización André Challé, Trinidad de Moravia, Costa Rica," *Tecnológico de Costa Rica, Cartago*, 2022.
- [8] A. Brenes-Porras, "Cotratamiento de lodo fecal por medio de ensayos de laboratorio mediante la tecnología de Lodos Aerobios Granulares," *Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago*, 2023.



## Sobre el autor

### **Mary Luz Barrios-Hernández**

La Dra. ir. Mary Luz Barrios Hernández, es profesora de la carrera de Ingeniería Ambiental e investigadora del Centro de Investigación para la Protección Ambiental (CIPA) de la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Cartago. Es Ingeniera Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica y cuenta con una maestría en Ingeniería Sanitaria con especialidad en Agua Urbana y Saneamiento del UNESCO-IHE Delft Institute of Water Education. Además, cuenta con un doctorado en el tratamiento biológico de aguas residuales de la Universidad Técnica de Delft (TU Delft). <https://orcid.org/0000-0002-4399-6333>

# Eficiencia de un sistema de fertirrigación en la aplicación de un bioestimulante a base de microalgas Phyco Plus usando filtros de malla y anillos

## Natalia Gómez-Calderón

Escuela de Ingeniería Agrícola  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
✉ [ngomez@itcr.ac.cr](mailto:ngomez@itcr.ac.cr)

## Milton Solórzano-Quintana

Escuela de Ingeniería Agrícola  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
✉ [msolorzano@itcr.ac.cr](mailto:msolorzano@itcr.ac.cr)

## Maritza Guerrero-Barrantes

Escuela de Biología  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
✉ [mguerrero@itcr.ac.cr](mailto:mguerrero@itcr.ac.cr)

## Francinie Murillo-Vega

Escuela de Biología  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
✉ [fmurillo@itcr.ac.cr](mailto:fmurillo@itcr.ac.cr)

## Fabián Villalta-Romero

Escuela de Biología  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
✉ [fvillalta@itcr.ac.cr](mailto:fvillalta@itcr.ac.cr)

## Resumen:

En el marco del proyecto de investigación "Determinación de las características fisicoquímicas y evaluación de la viabilidad económica de un prototipo de biofertilizante a base de microalgas costarricenses (Fase II)", se evaluó la eficiencia de un sistema de fertirrigación al aplicar el bioestimulante a base de microalgas Phyco Plus comparando la filtración con malla y anillos de 120 mesh, debido a que son los filtros de uso común en la horticultura costarricense. Se realizaron pruebas en el campo de prácticas de la Escuela de Ingeniería Agrícola del TEC en un sistema de fertirriego con emisores de  $1,9 \text{ Lh}^{-1}$  a una presión de 7 mca siguiendo la metodología propuesta por Christiansen para determinar uniformidad de distribución del riego. Se determinó que la filtración con anillos de 120 mesh, ofrece un coeficiente de uniformidad más alto al aplicar el bioestimulante y que es recomendable considerar en el tiempo del fertirriego la limpieza del lateral después de la aplicación de la dosis inyectada en el sistema.

**Palabras clave:** Fertirriego, goteo, eficiencia de riego, coeficiente de uniformidad, filtración

## Introducción:

La agricultura es el mayor consumidor de agua, más del 70% de las extracciones mundiales son para riego, además, es el sector con el menor rendimiento en comparación con otros sectores económicos [1]. Por lo anterior, es necesaria una mayor eficiencia en el uso del agua para obtener más producción por gota [1]. El riego por goteo es el sistema más eficiente y el segundo más utilizado en Costa Rica [2].

Sneh [3], señala que el riego por goteo es una agrotecnología completa, debido al incremento en la eficiencia del uso de agua en la agricultura según la demanda dinámica de los cultivos. Con la aplicación mundial de la fertirrigación, se han desarrollado sistemas considerando las posibles obstrucciones de los emisores. Los tipos y probabilidad de atascos de los emisores en el riego por goteo debido a las pequeñas dimensiones del conducto y la baja velocidad de flujo por el interior de los goteros, son principalmente biológicos (37%), físicos (31%), químicos (22%) y otros (10%) [4]. Las impurezas del agua de riego se clasifican en partículas inorgánicas en suspensión, sustancias químicas en solución, microflora y microfauna y partículas de materia orgánica

Existen diversos métodos de filtrado, sean de arena, grava, mallas y discos ranurados [2], determinados por el grado del filtrado, en función de dos sistemas de unidades: *micrones* y *mesh*, los cuales no son compatibles entre sí. El grado de filtrado en micrones ( $10^{-6}$  m) expresa el diámetro de la partícula esférica de mayor dimensión que puede pasar por una malla. El número de mesh es el número de hilos por pulgada.

Los filtros tienen un cuerpo de polipropileno que contienen (a) un cilindro recubierto por una malla de poliéster o (b) un elemento de filtrado de anillas construidas de polipropileno [5]. El sistema de filtrado influye en la eficiencia de un sistema de riego que relaciona la cantidad de agua que consume el cultivo y la cantidad de agua regada, a partir de las eficiencias de conducción en el canal principal ( $E_{fc}$ ), de distribución en los canales laterales ( $E_{fd}$ ), y de aplicación a nivel de parcela ( $E_{fa}$ ) [6], en función de la topografía, tipo de suelo, condición de las plantas, entre otros [7]. Para evaluar el sistema, en cada lateral de riego se seleccionan 4 emisores; el más cercano y el más lejano del inicio de cada lateral y dos emisores intermedios, según se muestra en la figura 1.

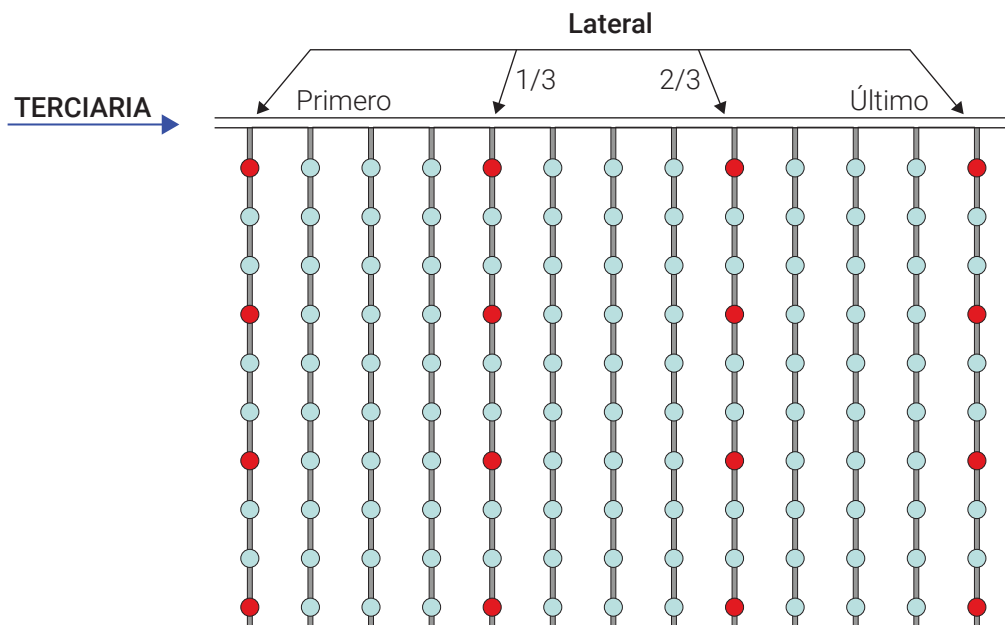


Figura 1. Esquema de distribución de las unidades a muestrear. Tomado de [7]

Se toman los datos de volumen recolectado en los goteros seleccionados en el tiempo establecido. Para valorar el grado de uniformidad, Christiansen (1942) propuso la ecuación 1 [8].

$$CU = 1 - \left( \frac{\sum_{i=1}^n |Q_i - \bar{Q}|}{\bar{Q} \times n} \right) \times 100 \quad (1)$$

Donde:

- CU:** Coeficiente de uniformidad de Christhiansen (%)
- $Q_i - \bar{Q}$ :** Suma de n derivaciones del caudal recolectado en los diferentes puntos con respecto al valor medio de dichos caudales.
- $\bar{Q}$ :** Media de los caudales recolectados.
- n:** Número total de caudales recolectados.

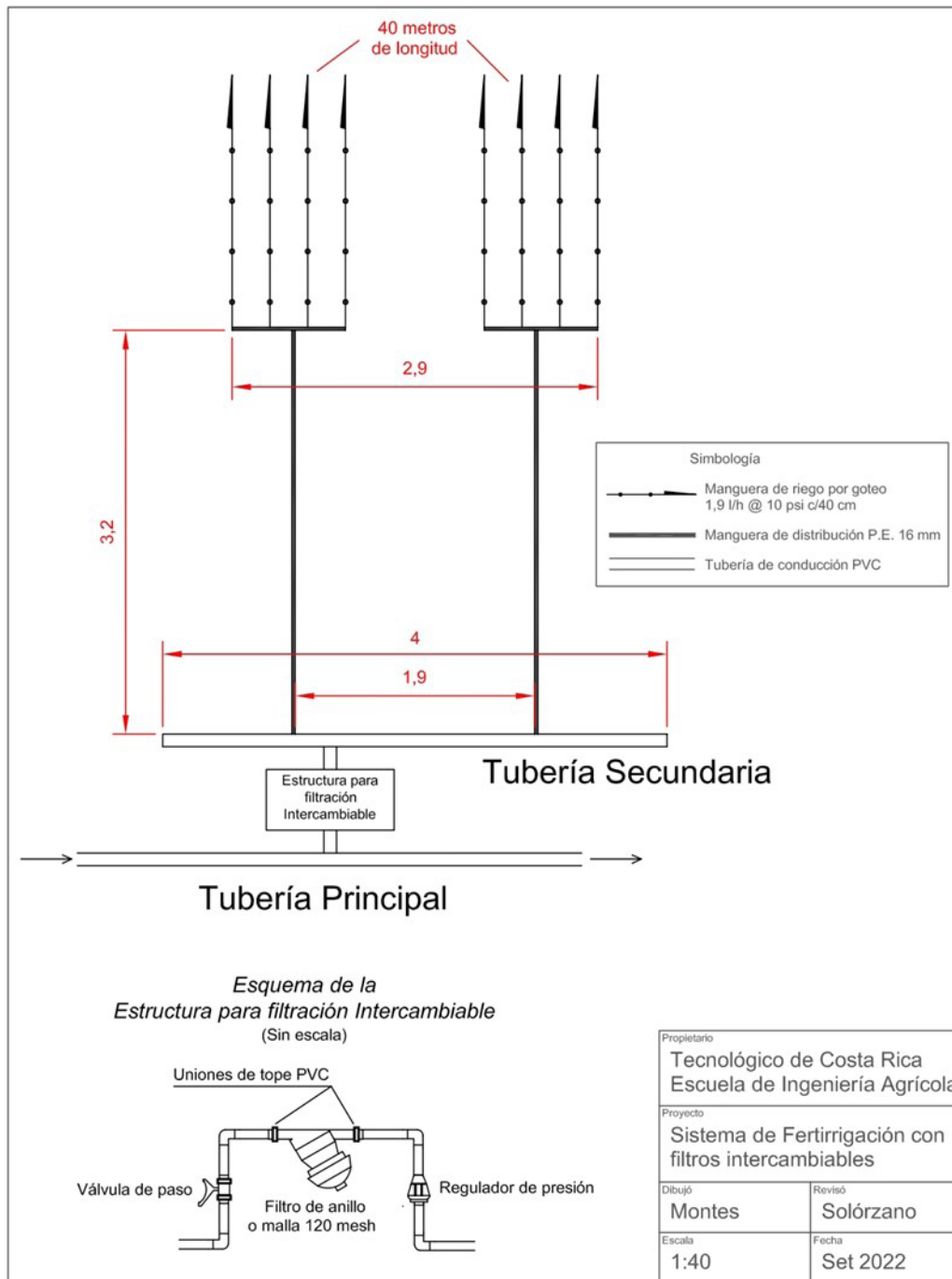
Por lo que el objetivo de la evaluación de riego en el proyecto de investigación "Determinación de las características fisicoquímicas y evaluación de la viabilidad económica de un prototipo de biofertilizante a base de microalgas costarricenses (Fase II)" fue comparar la eficiencia de un sistema de fertirrigación al aplicar *el bioestimulante a base de microalgas Phyco Plus* usando filtros de malla y de anillos de 120 mesh con el fin de recomendar el filtro más apto al usar fertirrigación con las microalgas.

## Metodología

Las pruebas se desarrollaron en el campo de prácticas de la Escuela de Ingeniería Agrícola del TEC Costa Rica, en el área cultivada con lechugas del curso Sistemas y Técnicas de Producción. Se seleccionaron dos eras sembradas de 40 metros de longitud, con cuatro hileras de lechugas simétricamente distribuidas. El sistema de riego consiste en laterales de manguera con goteros con un caudal de  $1,9 \text{ Lh}^{-1}$  a una presión de 7 mca, espaciados cada 40 cm (Figura 2), el cual cuenta con equipo de inyección de fertilizantes, que se utilizó para aplicar *el bioestimulante a base de microalgas Phyco Plus*, en una dosis de 0,5 L por cada 50 L de agua.

Se instaló un sistema de filtrado intercambiable (Figura 2) con el fin de evaluar filtros con elementos de anillos y de malla, ambos de 120 mesh, con diámetro nominal de 1" (Figura 3), ya que son los filtros disponibles en el mercado y comúnmente utilizados por los productores que usan sistemas de riego por goteo.





**Figura 2.** Plano de filtrado intercambiado para pruebas con fertirriego con microalgas.



**Figura 3.** Filtro de anillos (a) y filtro de malla (b) utilizados en las pruebas.

Se midió el caudal en cinco puntos a lo largo de cada lateral de goteo, en recipientes plásticos colocados a 0 m, 6 m, 12 m, 28 m y 37 m en función del largo de la cinta de riego instalada, durante 2 minutos (Figura 4 y 5). Se realizaron 6 repeticiones para cada prueba manteniendo la presión de operación a 7 mca, bajo los siguientes parámetros:

- a. Prueba del sistema de riego por goteo solamente agua, sin filtros
- b. Prueba del sistema de riego por goteo solamente agua, con filtros de anillos
- c. Prueba del sistema de riego por goteo solamente agua, con filtros de malla
- d. Prueba del sistema de riego por goteo con la dosis de microalgas, con filtros de anillos
- e. Prueba del sistema de riego por goteo con la dosis de microalgas, con filtros de malla

La medición de los volúmenes obtenidos se realizó con probetas de 150 ml. Los datos fueron analizados estadísticamente y comparados con un análisis de varianzas para determinar similitudes y comparar el filtrado de cada tipo de elemento con agua y con el producto, además se determinó el coeficiente de uniformidad en el sistema de riego por goteo con los dos tipos distintos de filtros.





**Figura 4.** Recipientes utilizados por emisor y diferencia en la apariencia del líquido recolectado sin y con la dosis.



**Figura 5.** Medición de las pruebas de campo en el sistema de fertirriego

## Resultados

En el cuadro 1, se muestra el resumen de las mediciones realizadas.

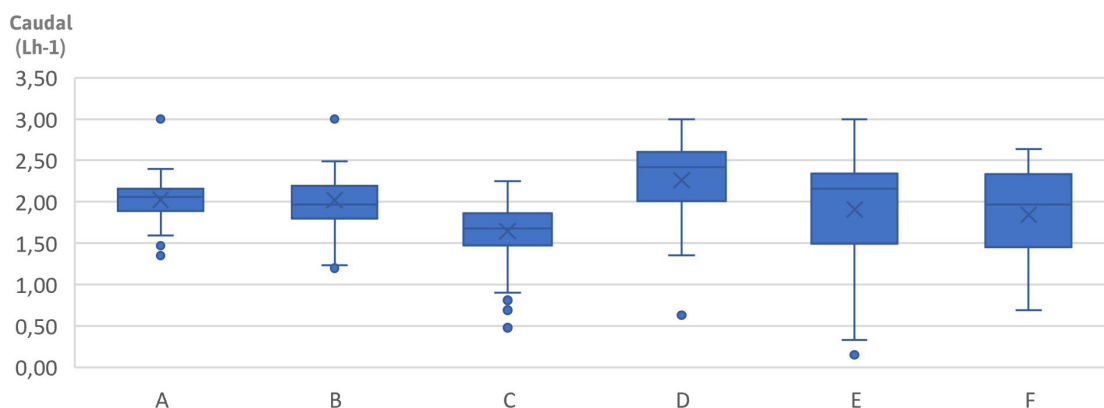
**Cuadro 1.** Promedio, desviación estándar y uniformidad de los caudales obtenidos para cada tratamiento del sistema por goteo evaluado en las pruebas de campo

Tratamiento	Caudal obtenido* (Lh <sup>-1</sup> )	Uniformidad (%)
[A] Sin filtro solamente con agua Sin dosis de microalgas	2,02 ± 0,30 <sup>a</sup>	88,06
[B] Sin filtro Con dosis de microalgas	2,02 ± 0,39 <sup>a</sup>	85,32
[C] Filtro de Anillos solamente con agua Sin dosis de microalgas	1,73 ± 0,34 <sup>c</sup>	80,07
[D] Filtro de Anillos Con dosis de microalgas	1,98 ± 0,53 <sup>ba</sup>	75,70
[E] Filtro de Malla solamente con agua Sin dosis de microalgas	1,74 ± 0,62 <sup>cb</sup>	65,53
[F] Filtro de Malla Con dosis de microalgas	1,71 ± 0,44 <sup>c</sup>	69,75

\*Las letras iguales no representan diferencias significativas según Tukey p>0,05

El caudal del emisor disminuye significativamente al colocar el sistema de filtrado debido a que los accesorios en las tuberías aumentan las pérdidas de carga en sistemas presurizados [8]. Únicamente cuando se usó filtro de anillos con la dosis de microalgas [D], el caudal de los emisores en promedio fue similar estadísticamente al sistema sin filtrado [A y B].

Debido a la alta variación presentada en el sistema cuando se usa filtro de malla con y sin la dosis del bioestimulante, se recomienda la filtración de anillos cuando se use el fertirrigado con microalgas *Phyco Plus*. Los anillos se presionan unos a otros dejando pasar el agua de forma continua y uniforme, a diferencia de la malla que constituye una barrera para material mineral que hace que fluctúe el tráfico del líquido, de ahí la variación de las mediciones cuando se usa el filtro de malla con el biofertilizante, sin embargo, surge la necesidad de mayor investigación aplicando otro tipo de productos. En la figura 6, se muestran los datos estadísticos para cada tratamiento.



**Figura 6.** Distribución de los caudales medidos en los goteros (Lh<sup>-1</sup>) para cada tratamiento en el campo.



Luego de los tratamientos de fertirriego, se debe eliminar los materiales de obstrucción, una vez que se depositan en las zonas de flujo de los emisores, por medio del lavado de los laterales de riego [9]. Por otra parte, la condición límite requiere el cálculo de las fuerzas de fricción utilizando la longitud de deslizamiento del fluido en los filtros, por lo que se recomienda estudiar la adhesividad de la mezcla de la dosis de microalgas con el agua y justificar la menor resistencia con respecto al filtro de mallas utilizado [10].

## Recomendaciones al aplicar microalgas Phyco Plus con fertirrigado:

El tratamiento con anillos ofrece un coeficiente de uniformidad más alto, por lo que se recomienda el uso de filtros de anillos para la fertirrigación con bioestimulante.

Es recomendable considerar en el tiempo del fertirriego, el transporte inicial del bioestimulante hasta el emisor, su aplicación y posterior tiempo de limpieza del lateral del riego después de la aplicación de la dosis recomendada.

## Bibliografía

- [1] K. Shi, T. Lu, W. Zheng, X. Zhang, and L. Zhangzhong, "A Review of the Category, Mechanism, and Controlling Methods of Chemical Clogging in Drip Irrigation System," *Agriculture*, vol. 12, no. 2, p. 202, Jan. 2022, doi: 10.3390/agriculture12020202.
- [2] Á. Ángulo-Marchena, "CARACTERIZACION DEL RIEGO EN EL CULTIVO CAÑA DE AZUCAR DE COSTA RICA," *LAICA*, 2013. <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/JyippAhLnLAtMcNOczoJxHBFcRAiqckU> (accessed Oct. 03, 2023).
- [3] M. Sneh, *El riego por goteo*. 2006. [Online]. Available: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2937>
- [4] M. Zaman, S. A. Shahid, and L. Heng, "Irrigation Water Quality," in *Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques*, Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 113–131. doi: 10.1007/978-3-319-96190-3\_5.
- [5] Irritec, "FILTROS PLÁSTICOS EN Y," *Aplicaciones de filtrado*, 2023. <https://www.irritec.es/productos/filtracion/filtros-plasticos-en-y/#YDV> (accessed Oct. 03, 2023).
- [6] A. Nuñez Leonardo, "Manual del cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego," 2015. [https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual\\_determinacion\\_eficiencia\\_riego.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf) (accessed Oct. 03, 2023).
- [7] A. Villavicencio, "Ficha técnica 137. Determinación del coeficiente de uniformidad de caudal en sistemas de riego localizado," *INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS INIA RAIHUËN*, 2021. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68113/NR42627.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (accessed Oct. 03, 2023).
- [8] Villalobos-Araya and Valverde-Conejo, *Principios de Riego y Drenaje en Suelos Tropicales*. San José, Costa Rica: EUNED, 2016.
- [9] V. R. Ramachandrupa and R. R. Kasa, "Prevention and treatment of drip emitter clogging: a review of various innovative methods," *Water Pract. Technol.*, vol. 17, no. 10, pp. 2059–2070, Oct. 2022, doi: 10.2166/wpt.2022.115.
- [10] M. Abdelraouf, A. Rennie, N. Burns, L. Geekie, V. Najdanovic-Visak, and F. Aiouache, "Tuning the wettability of wire mesh column: pore-scale flow analysis," *Chem. Eng. J. Adv.*, vol. 8, p. 100181, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.cej.2021.100181.

## Sobre los autores

### **Natalia Gómez-Calderón**

Natalia Gómez Calderón, es profesora asociada, investigadora y extensionista. Actualmente es la coordinadora del Centro de Investigación y Extensión en Tecnología e Ingeniería Agrícola (CETIA). <https://orcid.org/0000-0001-7961-7529>

### **Milton Solórzano-Quintana**

Milton Solórzano Quintana es profesor asociado, investigador y extensionista de la Escuela de Ingeniería Agrícola del TEC, especialista en riego y ambientes protegidos. ORCID: 0000-0003-2137-0003

### **Maritza Guerrero-Barrantes**

Maritza Guerrero Barrantes es M.Sc en Ecología, especialista en el Cultivo Piel y de de Microalgas, con una trayectoria de más de 20 años de investigación. ORCID: 0000-0002-8253-5919

### **Francinie Murillo-Vega**

Francinie Murillo Vega es Biotecnóloga, actualmente realiza una maestría en Tecnología de Alimentos en la UCR. Es investigadora y extensionista del ITCR, ORCID: 0000-0002-2751-8390

### **Fabián Villalta-Romero**

Fabián Villalta Romero es doctor en Química, se ha especializado en el área de Química Biorgánica, es investigador y extensionista del ITCR, ORCID: 0000-0001-7484-8125

# Costa Rica aprende con la U Pública: promoviendo el acercamiento y la vinculación de la Universidad Pública con la comunidad nacional

## Ana Gabriela Gamboa-Jiménez

Vicerrectoría de Extensión  
Universidad Nacional, Costa Rica  
✉ ana.gamboa.jimenez@una.ac.cr

---

## Evelyn Mc Quiddy-Padilla

Vicerrectoría de Acción Social  
Universidad de Costa Rica, Costa Rica  
✉ evelyn.mcquiddy@ucr.ac.cr

---

## Ileana León-Boza

Dirección de Investigación  
Vicerrectoría de Investigación y Extensión  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
✉ ileon@itcr.ac.cr

---

## Isabel Vargas-Valladares

Dirección de Extensión Universitaria  
Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica  
✉ ivargas@uned.ac.cr

---

## Silvia Jiménez-Chavarría

Vicerrectoría de Extensión y Acción Social  
Universidad Técnica Nacional, Costa Rica  
✉ sjimenezch@utn.ac.cr

---

## Víctor M. Vargas-González

Vicerrectoría de Extensión  
Universidad Nacional, Costa Rica  
✉ victor.vargas.gonzalez@una.ac.cr

---

## Resumen

Desde el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), instancia donde participan las cinco universidades públicas de Costa Rica, se gesta la iniciativa “Costa Rica aprende con la U pública”, la cual consiste en capacitar a la población nacional, de manera virtual y gratuita en distintas áreas de conocimiento. El presente artículo le permitirá conocer más sobre esta iniciativa, sus antecedentes, características y los resultados obtenidos en las ediciones realizadas.

**Palabras Claves:** educación abierta, educación continua, trabajo interuniversitario, acceso a cursos, generación de capacidades humanas, virtualización.

## Antecedentes

En marzo del año 2020, Costa Rica se unió a la declaratoria mundial de emergencia sanitaria producto de la COVID19. Además de las restricciones de movilidad impuestas por el Gobierno de la República, como medida para garantizar menores probabilidades de contagio, se limitaron las actividades presenciales, esto incluyó al sector educativo.

Durante más de 30 años las universidades públicas que forman parte del Consejo Nacional de Rectores (CONARE), habían gestionado de manera independiente iniciativas internas de capacitación con cursos de bajo costo, llamados “Cursos participativos”, “Cursos libres” o “Cursos de verano” que se mantenían en el imaginario costarricense, como una manera de acceder a educación no formal, de alta calidad, que permitiera mejorar la situación socioeconómica en el corto y mediano plazo de las personas que accedían a ellos.

En vista de lo anterior y considerando las capacidades académicas que tienen las universidades públicas, la Universidad Nacional (UNA), desde la Vicerrectoría de Extensión, planteó al seno del CONARE, una iniciativa de trabajo interuniversitario, que permitiera capacitar a la población nacional, de manera virtual y sin ningún costo, en las áreas de conocimiento propias de cada universidad, en medio de las limitaciones de acceso a capacitaciones técnicas de forma presencial a causa de la Pandemia.

La iniciativa “Costa Rica aprende con la U pública”, fue aprobada a finales de 2020 por las personas rectoras que conforman el CONARE, para iniciar acciones en el siguiente año.

Es así como desde el año 2021 se desarrolla esta iniciativa, fortaleciendo el acercamiento y la vinculación de la universidad pública con la comunidad nacional, propiciando el diálogo de saberes y el desarrollo de capacidades y destrezas en diferentes campos de especialidad.

## Características de la iniciativa interuniversitaria

La iniciativa consiste en una oferta de cursos cortos, virtuales y gratuitos de aproximadamente 12 horas efectivas (8 horas contacto y 4 horas de estudio independiente) en las distintas áreas de conocimiento desde los diferentes campus, recintos o sedes de las universidades públicas a lo largo y ancho del país.

Cada universidad programa su oferta de cursos en diferentes fechas del año, esto con el propósito de que las personas interesadas tengan acceso a la diversidad temática de cursos que ofrece cada universidad, sin limitación a una sola institución de educación superior.

Los cursos son impartidos por personas colaboradoras de cada institución de manera ad-honoren, reforzando el compromiso que tienen las universidades públicas con la sociedad costarricense



**Costa Rica  
aprende con la  
U PÚBLICA**

Logo oficial de la iniciativa Costa Rica  
aprende con la U Pública

## Estrategia de comunicación y divulgación

Los esfuerzos de promoción se han venido realizando de manera coordinada y articulada entre distintos actores a lo interno de cada universidad y con el apoyo de CONARE, utilizando principalmente las redes sociales de Facebook e Instagram; la publicidad se ha dado de manera orgánica, sin necesidad de pagar pauta publicitaria; esto, aunado a la publicidad “boca a boca”, nos ha permitido llegar a todo el territorio nacional e inclusive fuera de nuestras fronteras.

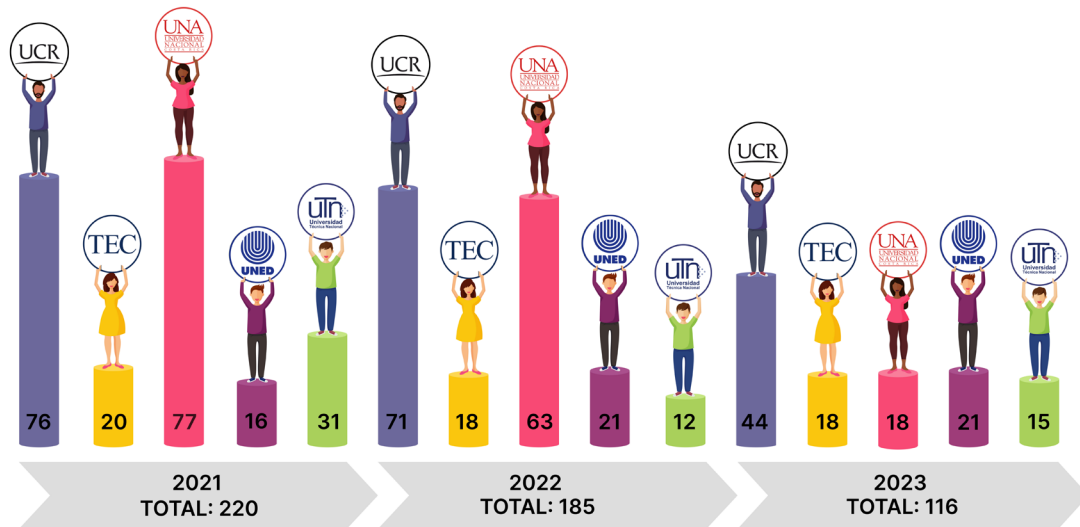
Es importante resaltar que la estrategia sigue un marcado énfasis en medios de promoción digital, en vista de que, al tratarse de cursos virtuales, el público que se aspira alcanzar debe tener un nivel mínimo de alfabetización tecnológica.



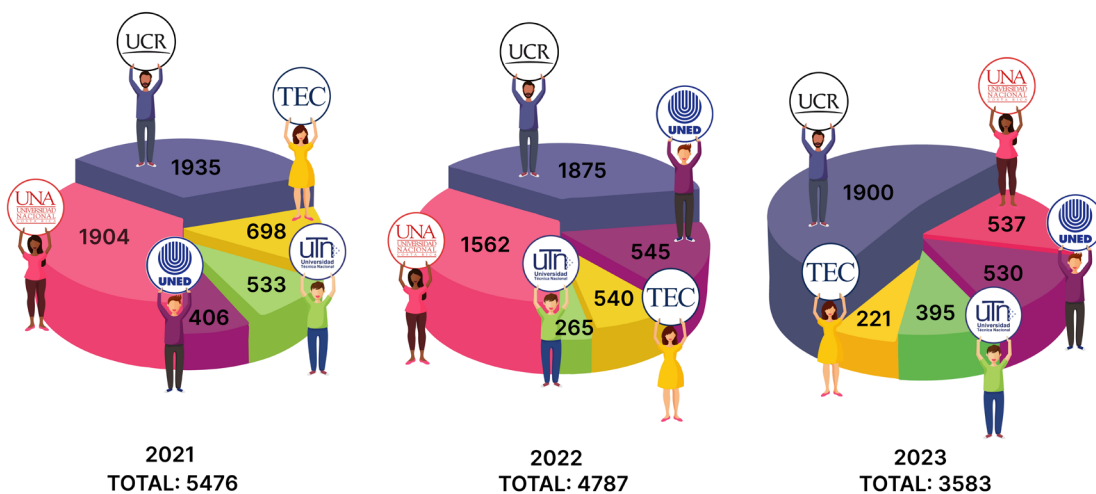
## Ediciones realizadas

Desde su creación, la iniciativa Costa Rica aprende con la U Pública ha completado satisfactoriamente tres ediciones en los años 2021, 2022 y 2023, obteniendo los siguientes resultados:

### CURSOS OFRECIDOS POR AÑO



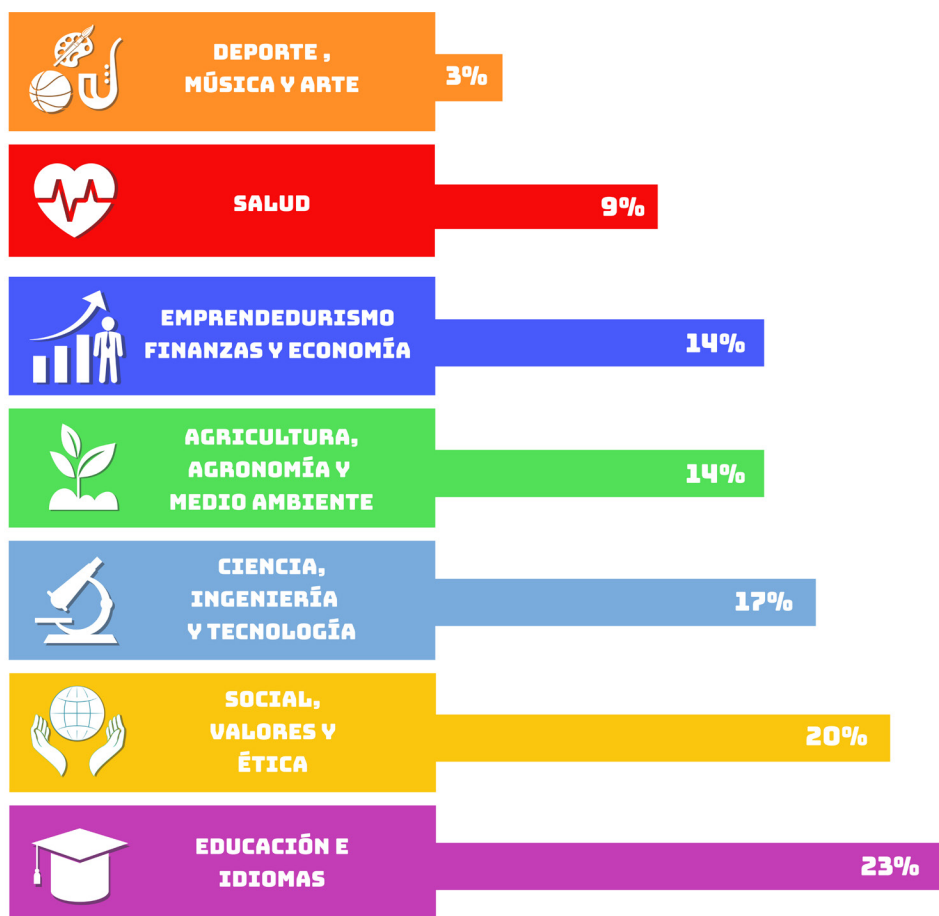
### PERSONAS MATRICULAS POR AÑO



## Temática de los cursos ofertados

Su temática es variada, siempre buscando el desarrollo de capacidades o destrezas que permitan a las personas participantes aplicar los conocimientos adquiridos en su vida personal y profesional.

A continuación, se detalla el porcentaje de cursos ofertados en el 2023 según temática.



## Perfil de las personas participantes

Las personas matriculadas se encuentran en todos los grupos etarios, es decir desde población infantil, hasta población adulta mayor, en consonancia con la diversidad de la oferta de cursos que se pone a disposición de la comunidad nacional.

La participación por el nivel de escolaridad refleja una distribución en todos los niveles, desde primaria incompleta, hasta nivel universitario.

## Retos y desafíos

El esfuerzo interuniversitario por responder a las necesidades en el contexto durante la pandemia sigue vigente aún después del levantamiento de las medidas sanitarias, esto se ve reflejado en la calidad de la oferta que las cinco universidades públicas mantienen en cada edición, sin embargo, se tiene el desafío de gestionar mecanismos de acción afirmativos, que permitan llegar cada vez a más personas cuyo acceso a la educación es de por sí limitado por múltiples factores, desde lo geográfico, hasta lo socioeconómico.

## Testimonial

*"La verdad los cursos que he recibido hasta la fecha han cumplido mis expectativas, incluso las han sobrepasado le agradezco a los organizadores por estas iniciativas porque la formación profesional permite el desarrollo de competencias a mediano o largo plazo. ¡Los felicito! Espero estos cursos se mantengan abiertos a la población, como un punto importante solo pude matricular un curso pues el sistema no me permitió matricular el mínimo" (persona participante II Edición UCR, 2022),*

*"Fue un curso maravilloso, sería importante continuar con una segunda parte, la profesora tiene tanto conocimiento, que realmente desearía que el curso no hubiese terminado, lo aprendido en él ha sido demasiado enriquecedor". (Persona participante III Edición ITCR, 2023)*

*"Definitivamente darles seguimiento a los cursos para que las personas matriculadas en estos cursos puedan seguir obteniendo más conocimiento ya que estos cursos son de mucho provecho para las personas que no podemos pagar universidades o cursos de este tipo". (Persona Participante III edición UNA, 2023)*

*"Estos cursos son muy importantes y una gran oportunidad para quienes estamos interesados en el aprendizaje del idioma inglés. Sería muy bueno que se le diera continuidad a los cursos para ir poco a poco avanzando en dicho idioma." (Persona Participante III Edición UTN, 2023)*

*"El tener esta oportunidad es muy importante, ya que nos brinda opción de actualizarnos y tener nuevos conocimientos. Ojalá sigan promoviendo este tipo de actividades" (Persona participante II Edición UNED 2022).*

## Referencias

Informe de labores 2021, Subcomisión Costa Rica Aprende con la U Pública. Comisión Nacional de Rectores (CONARE).

Informe de labores 2022, Subcomisión Costa Rica Aprende con la U Pública. Comisión Nacional de Rectores (CONARE).

Informe de labores 2023, Subcomisión Costa Rica Aprende con la U Pública. Comisión Nacional de Rectores (CONARE).

## Sobre los autores

### Ana Gabriela Gamboa-Jiménez

Ana Gabriela Gamboa Jiménez, cuenta con una Máster en Desarrollo Rural y una Licenciada en Planificación Económica y Social, colaborara como Asesora Académica de la Vicerrectoría de Extensión en la Universidad Nacional (UNA), con experiencia docente en el área de la planificación económica y extensión en el abordaje de procesos de formación de personas en alfabetización empresarial y organizacional de la Sede Regional Brunca UNA y es miembro de la Sub-Comisión de CONARE Costa Rica aprende con la U Pública. <https://orcid.org/0000-0003-3448-1722>.

### Evelyn Mc Quidy-Padilla

Evelyn Mc Quidy Padilla, es asesora de procesos de gestión académica de la Vicerrectoría de Acción Social de la Universidad de Costa Rica (UCR), es Master en Evaluación de Programas y Proyectos Sociales, cuenta con experiencia en formulación de proyectos y es miembro de la Sub-Comisión de CONARE Costa Rica aprende con la U Pública. <https://orcid.org/0000-0002-1473-9127>.

### Ileana León-Boza

Ileana León Boza es gestora de proyectos en la Dirección de Investigación de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica, es relacionista pública, cuenta con una Maestría en Comunicación y es miembro de la Sub-Comisión de CONARE Costa Rica aprende con la U Pública.

**Isabel Vargas-Valladares**

Isabel Vargas Valladares, es Bachiller en Periodismo, egresada de la Maestría de Administración de Medios de Comunicación de la UNED, Costa Rica. Cuenta con experiencia en temas de comunicación integral y producción audiovisual. Integrante del equipo de comunicación de la Dirección de Extensión Universitaria de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) y es miembro de la Sub-Comisión de CONARE Costa Rica aprende con la U Pública.

**Silvia Jiménez-Chavarría**

Silvia Jiménez Chavarría, cuenta con un bachillerato en Administración de Oficinas, es estudiante Licenciatura Administración de Negocios, da apoyo técnico en Educación Continua, es asesora técnica de la Vicerrectoría de Extensión y Acción Social de la Universidad Técnica Nacional (UTN) y miembro de la Sub-Comisión de CONARE Costa Rica aprende con la U Pública.

**Víctor Manuel Vargas-González**

Víctor Manuel Vargas González, cuenta con un bachillerato en Teología, es estudiante de la Maestría en Derechos Humanos y Educación para la Paz de la Universidad Nacional, Costa Rica, desde 2010 colabora como Asesor logístico en la Vicerrectoría de Extensión de la Universidad Nacional (UNA), cuenta con experiencia en organización de eventos masivos y capacitación masiva y es miembro de la Sub-Comisión de CONARE Costa Rica aprende con la U Pública. <https://orcid.org/0000-0002-3386-6156>.



# Congresos internacionales como medio de divulgación de la investigación científica

## *Resultados 2023: Escuela de Administración de Empresas*

Dyalá de la O-Cordero

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

---

### Resumen

Los congresos científicos internacionales brindan un espacio importante para la divulgación de resultados de investigación y extensión; así como, para la *creación de redes de contacto*. Estos eventos generalmente son anuales y se ejecutan por fases: apertura de la convocatoria, revisión por pares ciegos, comunicaciones, presentación y publicación. La inversión en este tipo de eventos generalmente es onerosa ya que se deben considerar los costos asociados a traslados internacionales; por lo que, el Tecnológico de Costa Rica prevé dentro de diversos presupuestos, los fondos de apoyo. Los resultados de la participación incluyen la divulgación, la creación de redes académicas internacionales; además, facilitan el cumplimiento de metas institucionales y fortalecen la internacionalización de la educación superior.

**Palabras clave:** congresos, investigación, extensión, *redes de contacto*, internacionalización

## Introducción

Los congresos científicos de investigación suelen darse de forma anual o bianual y son espacios para que investigadores compartan los resultados de sus trabajos. Algunos de estos congresos, además, abren espacios para la realización de coloquios doctorales. Los objetivos de este tipo de eventos son básicamente dos, la divulgación científica y la creación de redes de contacto para la investigación.

Todo congreso cuenta con un comité científico quien es el responsable de asegurar la calidad de los trabajos, el cual es apoyado por una red de científicos quienes los evalúan. Este comité siempre está conformado por investigadores de renombre internacional, con amplia experiencia en investigación y extensión y con una cartera de publicaciones importante.

Los congresos siempre realizan una convocatoria para la presentación de trabajos o ponencias, como comúnmente se les conoce, la cual se mantiene abierta por algunos meses. Luego se lleva a cabo el período de revisión, el cual se realiza por pares ciegos, lo que implica que dos científicos especializados en la temática revisan de forma anónima los trabajos (que también se recibieron como un documento anónimo). Posteriormente, se realizan las comunicaciones de las aceptaciones o rechazos de los trabajos. Los congresos internacionales suelen tener altas tasas de rechazo de los trabajos recibidos; algunas de las razones más frecuentes son que existen cuotas máximas para la aceptación, esto para garantizar la calidad del evento, también que se envían trabajos que no están dentro de la temática general del congreso, fallos en el diseño metodológico, deficiencias en la redacción y cuestiones éticas.

La modalidad generalmente es presencial; sin embargo, durante la pandemia COVID 19 se popularizaron los congresos 100% virtuales; y, posterior a esta, es usual encontrar congresos híbridos. Los tipos de trabajos que se presentan son comunicaciones orales y póster (cada vez en menor medida). Asimismo, los congresos complementan la programación con conferencias magistrales brindadas por expertos invitados, tanto académicos como empresarios (según sea el enfoque del congreso y la temática). Además, se incluye alguna actividad para que las personas participantes tengan un acercamiento con la cultura del país anfitrión y aprovechen el momento para la creación de redes de contacto con el resto de las personas participantes.

Una vez finalizado el congreso, los trabajos son publicados en las páginas web de los organizadores como "*proceedings* de la conferencia". En otros casos, los congresos cuentan con revistas indexadas en prestigiosos rankings, que ofrecen a los autores la posibilidad de publicar directamente sus trabajos.

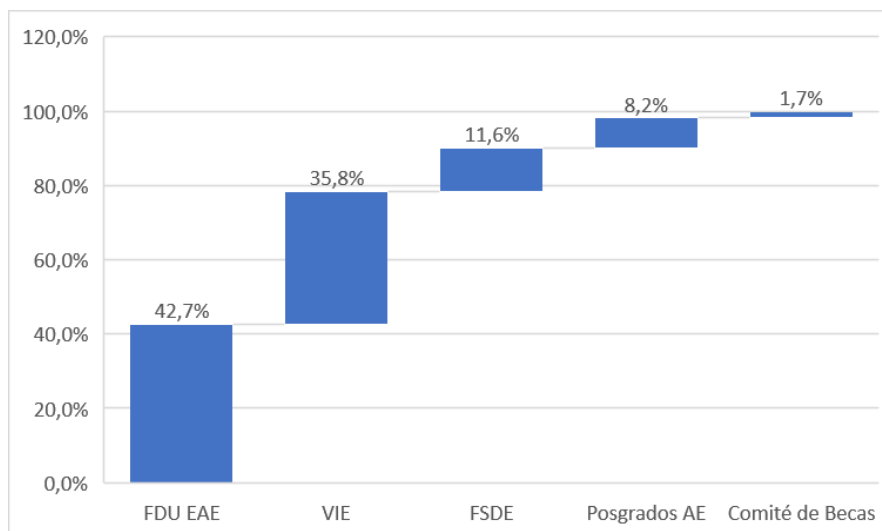
## Escuela de Administración de Empresas: resultados 2023

Para la Escuela de Administración de Empresas es muy importante la participación en eventos internacionales de renombre ya que ello permite la divulgación de los resultados de investigación y extensión; así como, los Trabajos Finales de Graduación (TFG modalidad tesis). Además, estas actividades facilitan la creación y ampliación de redes de contacto que derivan en trabajos académicos de relevancia.

Los congresos internacionales requieren la inversión de tiempo en la preparación de los trabajos, la modificación de las correcciones solicitadas y la presentación final. Por otro lado, la inversión económica también es importante ya que se deben considerar el costo de inscripción, el costo de los tiquetes aéreos y los viáticos fuera del país.

En el Tecnológico de Costa Rica, se cuentan con fuentes de financiamiento provenientes de presupuestos específicos para estos fines. El Gráfico 1 muestra los porcentajes de la inversión realizada durante el año 2023 para apoyar la divulgación de los trabajos de investigación y extensión coordinados por la Escuela de Administración de Empresas.

**Gráfico 1.** Congresos internacionales: Escuela de Administración de Empresas, fuentes de financiamiento institucionales de la inversión realizada, en porcentajes

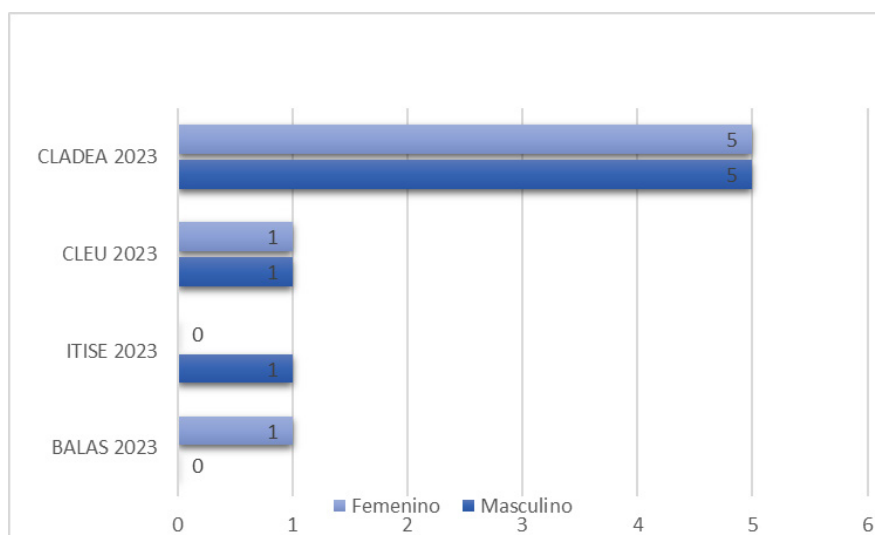


Elaboración propia.

**Nota:** FDU EAE (Fondo de Desarrollo Universitario de la Escuela de Administración de Empresas) , VIE (Vicerrectoría de Investigación y Extensión), FSDE (Fondo Solidario de Desarrollo Estudiantil), Posgrados AE (Unidad de Posgrados de la Escuela de Administración de Empresas), Comité de Becas (Fondo institucional para el apoyo del desarrollo y capacitación de las personas funcionarias del Tecnológico de Costa Rica)

Durante el año 2023, cinco estudiantes y nueve docentes participaron en eventos internacionales para exponer los resultados de sus trabajos. El Gráfico 2 muestra la participación por evento y según género.

**Gráfico 2.** Congresos internacionales: Escuela de Administración de Empresas, participación según género



Elaboración propia.

A continuación, se presenta un resumen de cada congreso internacional y el detalle de las participaciones.

### BALAS

BALAS (*Business Association for Latin American Studies*) es una de las primeras asociaciones académicas enfocada exclusivamente en negocios y economía en América Latina y el Caribe, fundada en 1989. El evento se desarrolla totalmente en inglés, lo cual brinda la oportunidad para que académicos de todo el mundo participen. Esta conferencia produce publicaciones de edición especial, consorcios doctorales, estudios de casos y programas de premios. Los objetivos de BALAS son fomentar la educación, promover la investigación y proporcionar un foro para el intercambio de ideas y la discusión de temas latinoamericanos que afectan el entorno empresarial de las empresas nacionales y transnacionales.

En el 2023, la Escuela de Administración de Empresas fue invitada a formar parte de la asociación como un reconocimiento a la Revista Tec Empresarial por haber ingresado al índice Scopus. Las *Associated Journals* de BALAS actualmente son nueve, las cuales están rankeadas en los mejores índices del SJR (SCImago Journal & Country Ranking). Véase Imagen 1.

Imagen 1. BALAS: Associated Journals



Fuente: [www.balas.org](http://www.balas.org)

BALAS 2023 se celebró del 20 al 23 de junio en Ciudad de México y fue un evento presencial organizado por el Tec de Monterrey CCM, en el cual se participó en calidad de representante institucional (*Institutional Member*).

## ITISE

ITISE es una conferencia internacional sobre series temporales y pronósticos que abarca disciplinas como informática, matemáticas, estadística, pronósticos, econometría, y otros, en el campo del análisis y previsión de series temporales. El objetivo de ITISE es crear los espacios científicos para la generación y utilización de conocimientos y nuevas técnicas y métodos computacionales en materia de previsión en una amplia gama de campos.

ITISE 2023 se celebró del 11 al 14 de julio en Gran Canaria (España) y fue un evento bimodal organizado por la Universidad de Granada. El Dr. Martín Solís Salazar, Profesor e Investigador Consolidado, participó de forma virtual en calidad de ponente. La Tabla 1 presenta el nombre del proyecto de investigación, el título de la ponencia, la autoría y la revista donde se publicó el trabajo.

**Tabla 1.** ITISE 2023: Escuela de Administración de Empresas

Proyecto VIE investigación	Título de la ponencia	Autoría	Publicado
Generación de un algoritmo de recomendación de métodos para pronósticos a partir de la caracterización de la serie temporal	A proposal of Transfer Learning for monthly macroeconomic time series forecast	Martín Solís Salazar Luis A. Calvo Valverde	Journal of Engineering Proceedings

Elaboración propia.

## CLEU 2023

El CLEU (Congreso Latinoamericano y Caribeño de Extensión Universitaria) se fundó en 1996. Durante los primeros 6 años se realizó anualmente; pero, en 2001 se tomó la decisión de realizarlos bianualmente. El objetivo principal del congreso es exponer como la universidad vincula y articula la extensión con realidades y oportunidades del entorno comunitario. Además, el congreso facilita la cocreación de conocimiento relacionado con la extensión universitaria.

CLEU 2023 se celebró del 14 al 18 de agosto en el campus principal de la Universidad del Quindío en la ciudad de Armenia, Quindío, Colombia, fue un evento presencial, en el cual participaron la Máster Ligia Guerrero, Profesora Investigadora del CTL San Carlos; y, el Máster Henry Binns Hernández, Profesor Investigador del Centro Académico Limón, ambos calidad de ponentes. La Tabla 2 presenta el nombre del proyecto de extensión, el título de las ponencias y autorías.



Tabla 2. CLEU 2023: Escuela de Administración de Empresas

Proyecto VIE extensión	Título de la ponencia	Autoría
Innovación y valorización de productos agroalimentarios y turísticos, vinculados a sistemas asociativos en los territorios de Upala, Guatuso y Los Chiles (Proyecto CONARE)	<i>“Fortalecimiento de las capacidades de gestión administrativas y operativas, de las micro y pequeñas cooperativas de la zona norte afiliadas a URCOZON R.L.”</i>	Ligia Guerrero Vargas
	<i>“Innovación y valorización de productos agroalimentarios y turísticos, vinculados a sistemas asociativos en los territorios de Upala, Guatuso y Los Chiles, Alajuela, Costa Rica”</i>	
Clínica Empresarial TEC del Caribe: Fortaleciendo las capacidades para el planteamiento de proyectos, la gestión administrativa y sostenibilidad de las micro, pequeñas y medianas empresas de Limón	<i>“Fortalecimiento de las competencias de las Mipymes del Caribe Costarricense, a través del modelo de clínica Empresarial”</i>	Henry Binns Hernández
	<i>“Inteligencia Cultural y Extensión Universitaria: El Caso del Caribe Costarricense”</i>	

Elaboración propia

### CLADEA 2023

CLADEA (Consejo Latinoamericano de Escuelas de Administración) es una red internacional que cuenta con 269 instituciones afiliadas, pertenecientes a 32 países alrededor del mundo. Desde hace 58 años, anualmente celebra una conferencia internacional. El objetivo es brindar un espacio para la exposición de resultados de investigación y extensión, la participación en redes académicas y la creación de redes de contactos.

CLADEA 2023 se celebró del 30 de octubre al 01 de noviembre en la Universidad Católica de Córdoba, Argentina, fue un evento presencial, en el cual participaron investigadores, extensionistas, estudiantes de grado y posgrado, de la Escuela de Administración de Empresas; y, personal administrativo de la Oficina de Planificación Institucional. La Tabla 3 presenta el título de las ponencias y las autorías, ordenados según tipo de proyecto.

Tabla 3. CLADEA 2023: Escuela de Administración de Empresas, trabajos presentados

Título de la ponencia	Autoría
<b>Proyecto VIE investigación</b>	
"Acciones de RSE en las empresas familiares que contribuyen a la sostenibilidad empresarial en el largo plazo: una revisión bibliográfica desde la perspectiva de los ODS"	Mora Ortega, T. y de la O Cordero, D.
"Endeudamiento con tarjetas de crédito"	Cubillo Salas, G. et al.
"Una mirada a los deudores morosos críticos. Sector crediticio no bancario en Costa Rica"	Cubillo Salas, G. et al.
"The influence of the institutional context in the relationship between green management, perceived barriers to sustainability, and innovation performance in Latin American SMEs"	Leiva Bonilla, J. C. y Mora Esquivel, R.
"Ecosistema emprendedor universitario: una propuesta desde a teoría y la experiencia latinoamericana"	Mora Esquivel, R. y Leiva Bonilla, J. C.
"Ecosistema emprendedor universitario: una propuesta desde a teoría y la experiencia latinoamericana".	Ortiz Acuña, C. et al.
<b>Proyecto VIE extensión</b>	
Incubación para iniciativas de la economía social solidaria	Picado Arroyo, R. y Arzadun, P.
<b>TFG modalidad tesis</b>	
"Explorando el impacto del lenguaje motivador del líder en el estado emocional de los colaboradores de una empresa educativa con el uso de tecnología biométrica"	Masís Walker, D. et al.
"¿Cuánto vale el ambiente? influencia de la información ambiental en la disposición a pagar por moda sostenible entre estudiantes universitarios: un estudio exploratorio"	Calvo Tames, E. y Martínez Mora, M.
"Expresiones faciales y autoeficacia: como influyen en el desempeño de las entrevistas laborales"	Durán Torres, G. et al.
"La carta que atrapa: factores en los menús que influyen en la atención del consumidor, un estudio experimental de neuromarketing gastronómico"	Agüero Barrientos, M. et al.
"Relación entre la personalidad de los directivos con el resultado del desempeño de exportador: Un estudio cualitativo en las PYMES exportadoras de servicios en Costa Rica"	Arias Segura, P. et al.
"Internacionalización de las PYMES y su evolución temática: un estudio bibliométrico"	Jiménez Castro. Y. et al.
<b>Investigaciones independientes</b>	
"Estrategias didácticas avanzadas implementadas en carreras del área de las ciencias económicas, según publicaciones en revistas especializadas del 2015 al 2021"	Fedorov Fedorov, A. y de la O Cordero, D.

Finalmente, la Tabla 4 presenta un resumen de la divulgación científica realizada por personas investigadoras de la Escuela de Administración de Empresas según tipo de resultados y por evento.

**Tabla 4.** Escuela de Administración de Empresas: divulgación científica según tipo de resultado y evento

Resultados de:	TOTALES	CLADEA 2023	CLEU 2023	ITISE 2023	BALAS 2023
Proyecto VIE Investigación	6	5	--	1	--
Proyecto VIE extensión	5	1	4	--	--
Proyecto independiente	1	1	--	--	--
TFG modalidad tesis	5	5	--	--	--
Otros	1	--	--	--	1
TOTALES	18	12	4	1	1

Elaboración propia.

## Conclusiones

La participación en congresos internacionales promueve la divulgación de los resultados de investigación, extensión y otros, más allá del contexto nacional; expande la posibilidad de la creación de nuevos contactos académicos profesionales y fortalece los existentes; facilita el cumplimiento de algunas metas institucionales, tanto de investigación como de docencia; y, fortalece la internacionalización de la educación superior.

La inversión en este tipo de eventos generalmente es onerosa ya que se deben considerar los costos asociados a traslados internacionales; no obstante, dentro de las políticas del Tecnológico de Costa Rica estos eventos se consideran importantes y necesarios por lo que diversas unidades suelen brindar apoyos, siempre sujetos a la disponibilidad presupuestaria.

## Referencias

Business Association for Latin American Studies, *BALAS 2023* [www.balas.org](http://www.balas.org)

Consejo Latinoamericano de Escuelas de Administración, *CLADEA 2023*. [www.cladea.org](http://www.cladea.org)

Universidad de Granada, *ITISE 2023* <https://itise.ugr.es/program.html>

Universidad de Quindío, *CLEU 2023* <https://www.uniquindio.edu.co/cleu2023/>

## Sobre la autora

### Dyalá de la O Cordero

Dyalá de la O Cordero es Doctora en Dirección de Empresas del Tecnológico de Costa Rica. Como investigadora ha participado en varios proyectos nacionales e internacionales, cuenta con varias publicaciones académicas y amplia participación en congresos internacionales. Profundiza en campos como la Economía Social, Emprendimientos Femeninos, RSE y Ética Profesional. <https://orcid.org/0000-0002-2974-5554>

# Extracción de modelos de conocimiento a partir de libros de texto y su aplicación en los negocios

**Isaac Alpizar-Chacon**

Escuela de Administración  
de Tecnologías de Información  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
✉ ialpizar@tec.ac.cr

---

## Resumen

Este artículo describe un enfoque innovador para la extracción de modelos de conocimiento a partir de libros de texto y su aplicación en los negocios. A través de un proceso detallado, que incluye la extracción, vinculación, enriquecimiento, análisis y formalización, se crean modelos de conocimiento de alta calidad. Este proceso es el resultado de una investigación doctoral, y en este artículo se ofrece un resumen ejecutivo de la misma. Los modelos creados tienen aplicaciones en la educación, pero también pueden ser usados potencialmente en el ámbito empresarial. En ese sentido, este artículo explora también las posibilidades de adaptar este proceso para interpretar y procesar documentos empresariales esenciales.

**Palabras clave:** libros de texto, vinculación de información, análisis de conocimiento, documentos empresariales

## Introducción

En la era digital actual, muchos sistemas de información, como los sistemas educativos o de negocio, giran en torno al conocimiento. Los sistemas educativos adaptativos e inteligentes, por ejemplo, necesitan representaciones de conocimiento de alta calidad para funcionar eficazmente. Pero, ¿de dónde obtenemos este conocimiento y cómo lo presentamos de una manera que las máquinas puedan entenderlo?

Adquirir conocimiento en el formato correcto se considera el proceso más largo y complejo en el desarrollo de sistemas que requieren conocimiento [1]. Normalmente, el conocimiento se obtiene de expertos humanos utilizando diversas técnicas [2].

Sin embargo, el proceso es muy laborioso y consume mucho tiempo. Además, los expertos suelen tener dificultades para articular su conocimiento y tienden a estar en desacuerdo.

Los documentos de texto se utilizan típicamente como fuente para la extracción automática de conocimiento [3, 4]. Sin embargo, a pesar de la amplia disponibilidad de recursos textuales en todos los dominios de conocimiento, los métodos escalables de extracción de conocimiento para crear modelos para un dominio específico aún son un problema abierto.

Una vía para resolver el problema es la utilización de los libros de texto digitales, ya que son una fuente increíblemente rica de conocimiento. Los libros de texto están llenos de información sobre una amplia gama de temas, presentada de una manera estructurada y fácil de seguir. Sin embargo, extraer este conocimiento de los libros de texto (en PDF) y convertirlo en un formato que las máquinas puedan utilizar es un desafío considerable.

Este artículo hace un resumen de una tesis doctoral [5] enfocada en abordar el problema descrito. El enfoque presentado extrae automáticamente modelos de conocimiento a partir de libros de texto digitales. Los modelos creados pueden ser leídos automáticamente por las máquinas. Además, este artículo también presenta una discusión de cómo se podrían utilizar los modelos de conocimiento generados en el área de los negocios.

## Libros de texto

Los libros de texto son ricos en elementos estructurales y de contenido que facilitan el aprendizaje. Su material principal, diseñado para transmitir información a los estudiantes, está organizado coherente y jerárquicamente, reflejando tanto el dominio disciplinario como el conocimiento del estudiante [6, 7]. La Tabla de Contenidos (T.C.) actúa como una guía de navegación, mostrando la disposición jerárquica de capítulos y subcapítulos, y proporcionando una visión general de los temas tratados [8]. Un ejemplo de T.C. se ilustra en la Figura 1. Por otro lado, el índice, situado al final del libro, lista y ordena términos esenciales, con entradas que a menudo tienen una estructura jerárquica y referencias cruzadas [9, 10]. La Figura 2 muestra un ejemplo de índice. Además de estos elementos, los libros de texto incluyen encabezados, números de página, estilos de formato, y otros componentes como imágenes que enriquecen la experiencia de lectura y aprendizaje.



<b>Contenido</b>	<b>Inicio de la T.C.</b>
<b>Prefacio ..... xv</b>	<b>Sección auxiliar</b>
<b>1 Introducción a la estadística y al análisis de datos..... 1</b>	
1.1 Panorama general: inferencia estadística, muestras, poblaciones y el papel de la probabilidad ..... 1	
1.2 Procedimientos de muestreo; recolección de los datos..... 7	
1.3 Medidas de localización: la media y la mediana de una muestra ..... 11	
Ejercicios..... 13	
1.4 Medidas de variabilidad..... 14	
Ejercicios..... 17	
1.5 Datos discretos y continuos ..... 17	
1.6 Modelado estadístico, inspección científica y diagnósticos gráficos ..... 18	
1.7 Tipos generales de estudios estadísticos: diseño experimental, estudio observacional y estudio retrospectivo ..... 27	<b>Entrada multilinea</b>
Ejercicios..... 30	
<b>2 Probabilidad ..... 35</b>	<b>Capítulo</b>
2.1 Espacio muestral ..... 35	
2.2 Eventos..... 38	<b>Subcapítulo</b>
Ejercicios..... 42	
2.3 Conteo de puntos muestrales ..... 44	
Ejercicios..... 51	<b>Subcapítulo nivel #2</b>
2.4 Probabilidad de un evento..... 52	
2.5 Reglas aditivas ..... 56	
Ejercicios..... 59	
2.6 Probabilidad condicional, independencia y regla del producto ..... 62	
Ejercicios..... 69	
2.7 Regla de Bayes..... 72	
Ejercicios..... 76	
Ejercicios de repaso ..... 77	

Figura 1. Ejemplo de los elementos identificados en una Tabla de Contenidos (T.C.).

<b>Índice analítico</b>	<b>Inicio del Índice</b>
<b>A</b>	<b>Encabezado + localizadores</b>
Análisis de varianza (ANOVA), 254, 507 de dos factores, 565 de tres factores, 579 de un factor, 509 comparación de, 520 contraste de, 520 de un solo grado de libertad, 520 efecto del tratamiento, 510 media grande, 510 suma de cuadrados de los contrastes, 521 tratamiento, 509 tabla de, 415 Aplicaciones bayesianas, 710	
Aproximación de binomial a hipergeométrica, 155 de grados de libertad de Satterthwaite, 289 de normal a binomial, 187, 188 de Poisson a binomial, 163	<b>Entrada jerárquica</b>
<b>B</b>	<b>Orden invertido</b>
Bernoulli ensayo de, 144 proceso de, 144 variable aleatoria, 83	
Bloques, 509	

Figura 2. Ejemplo de los elementos identificados en el índice.

## Proceso

Los autores aplican su expertise al redactar los libros de texto, con el objetivo de simplificar y explicar la materia a los estudiantes. Al examinar los elementos de formato y estructurales en textos de alta calidad, es posible decodificar automáticamente la información en ellos contenida y, gradualmente, adquirir entendimiento sobre un área específica. Esta sección presenta la metodología propuesta para extraer, vincular, enriquecer, analizar y formalizar modelos de conocimiento a partir de libros en formato PDF. Estos modelos son representaciones de alta calidad de un área específica de conocimiento (un dominio).

La Figura 3 presenta el proceso para la extracción de modelos de conocimiento a partir de libros de texto. El proceso tiene varias entradas, salidas, fases, etapas y pasos.

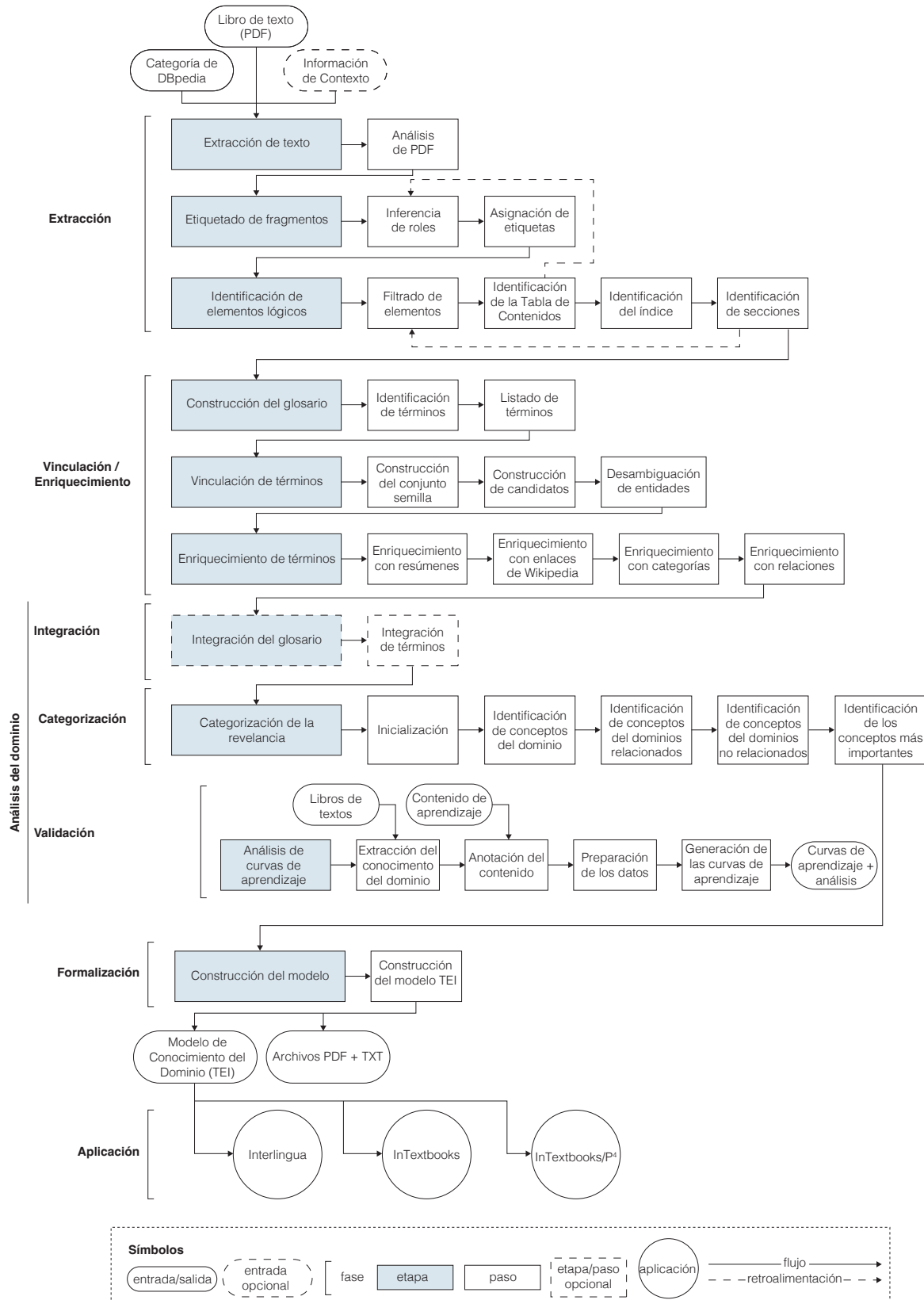


Figura 3. Proceso para la extracción de modelos de conocimiento a partir de libros de texto.

En la primera fase del enfoque (extracción), se extrae la estructura, el contenido y los términos del dominio de un libro de texto. La información estructural contiene la lista de capítulos y subcapítulos del libro de texto. El contenido del libro de texto se representa de manera estructurada (palabras, líneas, párrafos, páginas y secciones). Por último, los términos del dominio se extraen del índice al final del libro, que contiene la terminología utilizada en el libro de texto y el dominio.

En la siguiente fase (vinculación / enriquecimiento), los términos del dominio se utilizan como un puente para vincular los libros de texto a una base de conocimiento externa. Específicamente, los términos del dominio se relacionan con entidades en DBpedia<sup>1</sup>, la cual es una base de conocimientos basada en Wikipedia.

En la tercera, cuarta y quinta fase se realiza un análisis del dominio. Primero (integración), los términos de varios libros de texto se integran en un solo modelo para obtener una mejor cobertura del dominio. Luego (categorización), los términos se categorizan según su relevancia para el dominio para identificar los conceptos que pertenecen al dominio principal del libro de texto, a dominios relacionados o a dominios no relacionados. Después de eso (validación), se establece la validez de los conceptos extraídos como elementos para representar y evaluar el conocimiento en el dominio.

La fase final del enfoque automático es la formalización, donde todo el conocimiento extraído se serializa como un archivo XML (utilizando el formato *Text Encoding Initiative*<sup>2</sup>).

Una vez que el enfoque ha producido los modelos de conocimiento, estos están listos para ser utilizados en varias aplicaciones. En pocas palabras, el método sugerido comienza extrayendo datos básicos de los libros, como estructura, contenido y términos. Después, se añade más información poco a poco, como enlaces y contenido con significado específico. Finalmente, se analiza y se mejora el entendimiento sobre el tema, enfocándose en conceptos clave. El resultado son modelos que nos ayudan a entender mejor un tema específico.

## Resultados

Los modelos de conocimiento producidos son una representación de conocimiento de alta calidad. Estos modelos poseen seis propiedades:

1. **Precisión:** La información del libro de texto se representa adecuadamente en los modelos de conocimiento. En general, el contenido, los elementos de la Tabla de Contenidos y los términos en el índice se extraen de forma precisa [11, 12].
2. **Semántica:** Los modelos de conocimiento incorporan información adicional extraída de una base de conocimiento externa. Por lo general, los términos del índice se vinculan o conectan eficazmente con los elementos de DBpedia, y por lo tanto, indirectamente con Wikipedia [12, 13].
3. **Cobertura:** Los modelos de conocimiento abarcan una porción significativa del dominio. En general, cuando se utilizan varios libros de texto, se logra una representación extensa del área de conocimiento de interés [12, 13].
4. **Relevancia:** Los conceptos en los modelos de conocimiento poseen una relevancia identificada para el dominio. Por lo general, se pueden distinguir los conceptos que pertenecen al área de conocimiento de interés, aquellos que pertenecen a áreas de conocimiento relacionadas y los que corresponden a áreas no relacionadas [14].
5. **Validez cognitiva:** Los conceptos en los modelos de conocimiento pueden utilizarse para modelar y evaluar el conocimiento en el área de interés [15].

---

1 <https://www.dbpedia.org/>

2 <https://tei-c.org/>

6. Granularidad: Los conceptos en los modelos de conocimiento son componentes concretos que pueden utilizarse para modelar y evaluar el conocimiento en el área de interés [15].

Los modelos de conocimiento generados facilitan la conexión entre diversos contenidos, eliminando intervenciones manuales y permitiendo vinculaciones entre secciones y glosarios similares [16]. Son esenciales en Sistemas Educativos Adaptativos e Inteligentes, proporcionando adaptaciones personalizadas y conexiones lingüísticas entre idiomas [17, 18]. Además, su aplicabilidad se extiende a áreas como el mundo empresarial, donde se necesita conocimiento de dominio de alta calidad.

## Aplicación en los negocios

El proceso propuesto puede conceptualizarse en dos aplicaciones fundamentales dentro del ámbito empresarial. La primera aplicación se dedica a crear modelos de conocimiento específicos para el dominio de los negocios, utilizando libros de texto relevantes, como *Introducción a los Negocios* [19]. Estos modelos tienen aplicaciones tanto educativas, para facilitar la enseñanza, como industriales, donde pueden ser integrados en sistemas avanzados de información y herramientas de Inteligencia Artificial para soluciones como *chatbots* o análisis predictivo.

La segunda aplicación aborda el procesamiento de documentos esenciales en negocios, tales como informes financieros y contratos. Dada la importancia de los datos en texto libre en el ámbito comercial [20], se han desarrollado métodos de procesamiento de texto para extraer conceptos de documentos comerciales [21] y visualizar información de patentes [22]. Una fortaleza del proceso propuesto es su sistema de reglas adaptable, lo que permite una alta precisión en el reconocimiento de documentos empresariales específicos.

En conjunto, la adaptación del proceso en el ámbito empresarial promete innovaciones en la gestión de información y educación en el sector. Los modelos de conocimiento, derivados de fuentes de calidad, pueden impulsar eficiencia, servicios personalizados y decisiones basadas en datos, brindando una ventaja en el mercado actual.

## Conclusión y trabajo futuro

La extracción de modelos de conocimiento a partir de libros de texto representa una oportunidad significativa en la era digital. El proceso propuesto en este documento demuestra ser versátil y preciso, con aplicaciones potenciales en diversos dominios. La aplicación en el ámbito empresarial, en particular, abre nuevas vías para la interpretación y procesamiento de documentos clave, lo que puede conducir a una mayor eficiencia y efectividad en las operaciones comerciales. La metodología presentada aquí brinda una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en este campo.

## Referencias

- [1] Pham, D.T., y Dimov, S.S. (1997). An efficient algorithm for automatic knowledge acquisition. *Pattern Recognition*, 30(7), 1137–1143.
- [2] Schreiber, G. (2008). Knowledge engineering. *Foundations of Artificial Intelligence*, 3, 929–946.
- [3] Rau, L.F., Jacobs, P.S., Zernik, U. (1989). Information extraction and text summarization using linguistic knowledge acquisition. *Information Processing & Management*, 25(4), 419–428.
- [4] Ferreira-Mello, R., André, M., Pinheiro, A., Costa, E., Romero, C. (2019). Text mining in education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 9(6), e1332.
- [5] Alpizar Chacon, I. (2023). *Extraction of knowledge models from textbooks*. (Thesis Doctoral, Utrecht University). <https://doi.org/10.33540/1647>
- [6] Chiappetta, E.L., Fillman, D.A., Sethna, G.H. (1991). A method to quantify major themes of scientific literacy in science textbooks. *Journal of research in science teaching*, 28(8), 713–725.

- [7] Chambliss, M.J., y Calfee, R.C. (1989). Designing science textbooks to enhance student understanding. *Educational psychologist*, 24(3), 307–322.
- [8] Déjean, H., y Meunier, J.-L. (2009). On tables of contents and how to recognize them. *International Journal of Document Analysis and Recognition (IJ DAR)*, 12(1), 1–20.
- [9] *The chicago manual of style* (17.a ed.). (2017). The University of Chicago Press.
- [10] Asaishi, T. (2011). An analysis of the terminological structure of index terms in textbooks. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 27, 209–217.
- [11] Alpizar-Chacon, I., y Sosnovsky, S. (2020). Order out of chaos: Construction of knowledge models from pdf textbooks. *Proceedings of the acm symposium on document engineering 2020* (pp. 1–10).
- [12] Alpizar-Chacon, I., y Sosnovsky, S. (2021). Knowledge models from pdf textbooks. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 27(1-2), 128–176.
- [13] Alpizar-Chacon, I., y Sosnovsky, S. (2019a). Expanding the web of knowledge: one textbook at a time. *Proceedings of the 30th on hypertext and social media*. ACM.
- [14] Alpizar-Chacon, I., y Sosnovsky, S. (2022). What's in an index: Extracting domainspecific knowledge graphs from textbooks. *Proceedings of the acm web conference 2022 (www '22)* (pp. 966–976).
- [15] Alpizar-Chacon, I., Sosnovsky, S., Brusilovsky, P. (2023). Measuring the quality of domain models extracted from textbooks with learning curves analysis. *International conference on artificial intelligence in education* (pp. 804–809).
- [16] Alpizar-Chacon, I., Barria-Pineda, J., Akhuseyinoglu, K., Sosnovsky, S., Brusilovsky, P. (2021). Integrating textbooks with smart interactive content for learning programming. *Proceedings of the third workshop on intelligent textbooks* (Vol. 2895, pp. 4–18). CEUR WS.
- [17] Alpizar-Chacon, I., y Sosnovsky, S. (2019b). Interlingua: Linking textbooks across different languages. *Proceedings of the first workshop on intelligent textbooks* (Vol. 2384, p. 104–117). CEUR-WS.
- [18] Alpizar-Chacon, I., van der Hart, M., Wiersma, Z.S., Theunissen, L.S., Sosnovsky, S. (2020). Transformation of pdf textbooks into intelligent educational resources. *Proceedings of the second workshop on intelligent textbooks* (Vol. 2674, pp. 4–16). CEUR-WS.
- [19] Pride, W.M., Hughes, R.J., Kapoor, J.R., Aurora, Z.E.A. (2017). *Introducción a los negocios*. Cengage Learning Editores.
- [20] Abramowicz, W., y Piskorski, J. (2003). Information extraction from free-text business documents. *Effective databases for text & document management* (pp. 12–23). IGI Global.
- [21] Ménard, P.A., y Ratté, S. (2016). Concept extraction from business documents for software engineering projects. *Automated Software Engineering*, 23(4), 649–686.
- [22] Dražić, M., Kukolj, D., Vitas, M., Pokrić, M., Manojlović, S., Tekić, Z. (2013). Effectiveness of text processing in patent documents visualization. *2013 ieee 11th international symposium on intelligent systems and informatics (sisy)* (pp. 287–291).

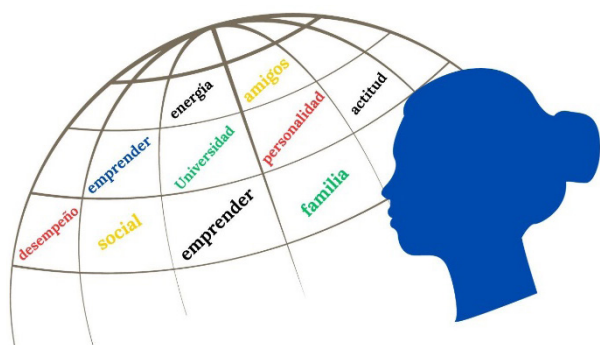
## Sobre el autor

### Isaac Alpizar-Chacón

El Dr. Isaac Alpizar Chacón es profesor adjunto a tiempo parcial en la Escuela de Administración de Tecnologías de Información. Posee un doctorado en Ciencias de la Información y la Computación de la Universidad de Utrecht, Países Bajos, así como una Maestría en Ciencias de la Computación de la Universidad del Sarre, en Saarbrücken, Alemania. Sus áreas de interés son la investigación educativa y la inteligencia artificial en la educación. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6931-9787>.



# ¿Qué influencia tienen aspectos relacionados con la personalidad y el entorno en la actitud y el desempeño emprendedor de mujeres universitarias latinoamericanas?



**Ana Gabriela Víquez-Paniagua**

Escuela de Administración de Empresas  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
✉ [aviquez@itcr.ac.cr](mailto:aviquez@itcr.ac.cr)

**Juan Carlos Leiva**

Escuela de Administración de Empresas  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
✉ [jleiva@itcr.ac.cr](mailto:jleiva@itcr.ac.cr)

**Ronald Mora-Esquivel**

Escuela de Administración de Empresas  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
✉ [rmora@itcr.ac.cr](mailto:rmora@itcr.ac.cr)

## Resumen

En la actualidad el emprendimiento femenino es un motor primordial en la economía, principalmente porque las emprendedoras son agentes de cambio y actoras clave para el desarrollo de nuestras sociedades.

La investigación que se aborda en este artículo analiza la relación entre factores cognitivos y de contexto con la actitud emprendedora y el desempeño en mujeres emprendedoras universitarias. Mediante la realización de un análisis mixto y un análisis cuantitativo, nuestros principales resultados arrojan que, tanto factores internos como externos, influyen en la actitud emprendedora y el desempeño empresarial de mujeres universitarias emprendedoras. Siendo lo anterior, especialmente relevante para las universidades y los actores de vinculación academia-sectores en pro del fomento del emprendimiento femenino.

**Palabras claves:** factores cognitivos, contexto, universitarias, emprendimiento.

## Introducción

Informes recientes del Foro Económico Mundial [1] y del Global Entrepreneurship Monitor [2] muestran un aumento en la participación de las mujeres emprendedoras; incluso, más allá de emprendimientos por necesidad. Adicionalmente, la literatura ha destacado el papel que están jugando las mujeres emprendedoras en el desarrollo económico de sus países [3]. Empero, esto aún no sido suficiente [4].

Por otro lado, la investigación ha subrayado la importancia de estudiar la interconexión entre factores cognitivos y contextuales en el emprendimiento femenino, considerando la influencia de la familia, comunidad y sociedad [5]. A pesar de la relevancia de los emprendimientos femeninos en países emergentes y en desarrollo, la literatura ha mostrado un sesgo hacia los países desarrollados [3], [6]. Se destaca entonces, la urgencia de investigar en contextos menos estudiados para comprender las dinámicas, retos sociales y culturales específicos que enfrentan las mujeres emprendedoras [6].

Por lo anterior, los proponentes han planteado un estudio asociado a una tesis doctoral con el interés de conocer a mayor profundidad la relación entre los vínculos de factores cognitivos y contexto con la actitud emprendedora y el desempeño de mujeres emprendedoras universitarias, centrándose en dos líneas de investigación. La primera relacionada con la actitud emprendedora de las estudiantes universitarias latinoamericanas que aspiran a ser emprendedoras y la influencia que tiene en esta con el locus de control, mismo que es definido como la conducta percibida que los sujetos reportan hacia expectativas generalizadas de control [7], así como con el entorno universitario y el entorno social, y la segunda, relacionada con el desempeño de las empresas creadas por mujeres universitarias y la influencia que tienen en este el vigor y el compromiso afectivo, así como la dependencia de esa interacción con el entorno social y universitario de la emprendedora.

## Método

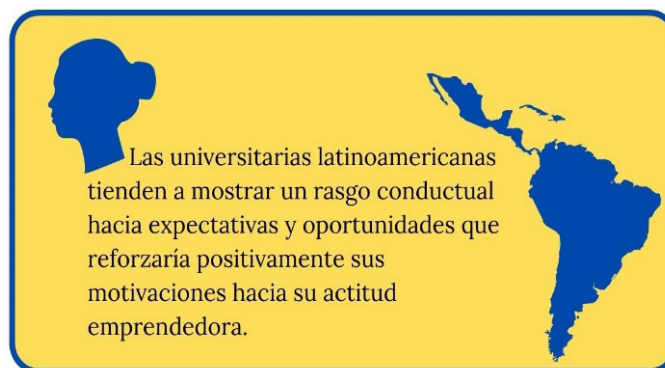
Se realizaron dos estudios cuantitativos utilizando la base de datos generada *Global University Entrepreneurial Spirit Students Survey del 2018* (GUESSS, por sus siglas en inglés) [8]. Para la primera línea de investigación se aplicó un análisis de regresión jerárquica múltiple [9], mismo que permite verificar el aporte individual de cada predictor sobre la variable dependiente a razón de su significancia y que a su vez fue reforzado con un diseño cualitativo que permitió triangular los resultados de esta fase de la investigación [10], [11]. En cuanto a la segunda línea de investigación se aplicó un análisis multinivel [12], [13], el cual nos permitió la generación de cuatro modelos para evaluar nuestras hipótesis. El Modelo 1 examinó los efectos de las variables de control en la variable dependiente. El Modelo 2 agrega las variables independientes al modelo anterior. El Modelo 3 incorpora una doble interacción; y finalmente, el Modelo 4 agrega los efectos de las interacciones triples. Los resultados de estos modelos proporcionaron información crucial para respaldar o refutar nuestras hipótesis.

## Resultados

La investigación que hemos realizado permite identificar en el ámbito latinoamericano que las estudiantes universitarias tienen actitud emprendedora en diferentes niveles (baja, media o alta). En la actitud emprendedora media, por ejemplo, los factores más preponderantes se ven marcados por la falta de apoyo de su entorno cercano y las inseguridades personales que las hacen ser temerosas al riesgo que implica emprender.

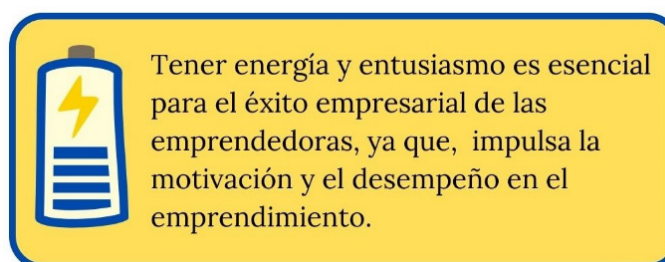
Por otro lado, la actitud emprendedora alta se ve caracterizada por un apoyo del entorno social considerable, una personalidad marcada por la seguridad, la planificación y el perseguir metas aprovechando las oportunidades que les brinda el entorno. Hemos de recalcar que, en ambos casos, el entorno universitario marca una pauta de acompañamiento importante en pro de la formación requerida para emprender y la motivación que se les pueda dar al ejecutar su negocio a futuro.

Particularmente en nuestro primer análisis hemos encontrado resultados concretos en cuanto a la influencia de la personalidad y el entorno en la actitud emprendedora [14]:



- a. Las universitarias tienden a mostrar un rasgo conductual hacia expectativas y oportunidades que reforzaría positivamente sus motivaciones hacia su actitud emprendedora, dado que esta se asocia a las oportunidades, las habilidades y los conocimientos hacia la actividad emprendedora.
- b. El entorno universitario desde la perspectiva de género es un apoyo muy relevante, ya que propicia el deseo de aprender sobre el emprendimiento, aprendizaje que se convierte en apoyo y es muy valorado por las mujeres a la hora de fijarse la meta de emprender.
- c. El entorno social es determinante en la actitud emprendedora de las estudiantes mujeres, ya que ellas reaccionarían al apoyo de la familia cercana, los amigos y los compañeros de estudio al considerar emprender.

Ahora bien, en nuestro segundo análisis y desde el enfoque de desempeño empresarial de las universitarias, que finalmente han emprendido, se logra identificar que existe una influencia positiva de la interacción entre el vigor y el compromiso afectivo en el desempeño de empresas creadas por mujeres emprendedoras universitarias, así como la dependencia de esa interacción con el entorno social y universitario, principalmente con el social. Algunos de los principales resultados demuestran:



- a. La importancia del vigor, que incluye energía y entusiasmo, como esencial para el éxito empresarial, impulsando la motivación y el desempeño en el emprendimiento.
- b. Lo mismo ocurre con el compromiso emocional, ya que las emprendedoras reflejan una profunda conexión personal con el negocio, una pasión por resolver problemas y un significado duradero para sus carreras. Este resultado fortalece la teoría del comportamiento emprendedor al resaltar la relevancia de los aspectos psicológicos y emocionales en el proceso emprendedor de las mujeres universitarias.
- c. Se confirma la relación de aspectos cognitivos como los antes mencionados con el entorno universitario y social.



## Conclusiones e implicaciones del estudio

En conclusión, los resultados indican que tanto determinantes internos de las mujeres como determinantes del contexto externo como lo son el entorno universitario y el entorno social, influyen en la actitud emprendedora que pueda tener una mujer universitaria; así como en el desempeño empresarial de las emprendedoras universitarias que se encuentran activas.

Entre las implicaciones prácticas que visualizamos, se encuentra en primera instancia, las universidades ya que les ayudaría a apoyar los programas de aprendizaje de manera que se vuelvan más dinámicos y prácticos. Así mismo, este estudio es fundamental para programas de apoyo a emprendimientos femeninos, en cuanto a que aporta los panoramas de factores cognitivos y de contexto que propician la actitud y el desempeño en emprendimientos.

En segundo lugar, la contribución esperada es particularmente importante para que las oficinas/programas de emprendimiento o docentes pueden diagnosticar las capacidades emprendedoras de las alumnas y sus expectativas de creación de empresas. Como resultado, los profesores y personas a cargo de las oficinas/programas de emprendimiento podrían tener un perfil de factor de personalidad de sus alumnas y de emprendedoras que se encuentren activas.

En una tercera instancia, potenciar a nivel de los profesionales en pro al emprendimiento e instituciones de apoyo orientar políticas de apoyo más alineadas a contextos reales cercanos a los estudiantes para fomentar emprendedoras universitarias propositivas en las realidades de sus contextos.

Por último, las propias emprendedoras, ya que podrán conocer a profundidad el contexto interno y externo que ha influenciado a otras emprendedoras y por ende apoyar a nuevas emprendedoras desde los contextos que más impactan en la actividad.

El emprendimiento femenino en América Latina está en auge, y comprender los factores que influyen en la actitud emprendedora y el desempeño de las mujeres universitarias es fundamental. Esta investigación arroja luz sobre la importancia de factores cognitivos y contextuales, y ofrece valiosas lecciones para promover el emprendimiento femenino. Las universidades y los actores de vinculación academia-sectores desempeñan un papel esencial en el fomento de actitudes emprendedoras entre las mujeres, lo que a su vez puede impulsar el crecimiento económico y el desarrollo de la región.

## Referencias

- [1] W. E. Forum, «Global Gender», Geneva, Gap Report 2022., 2022.
- [2] GEM, «GEM 2020/21 Women's Entrepreneurship Report: Thriving Through Crisis». Global Entrepreneurship Monitor (GEM), 2020. [En línea]. Disponible en: <https://gemconsortium.org/report/gem-202021-womens-entrepreneurship-report-thriving-through-crisis>
- [3] V. S. Corrêa, F. R. D. S. Brito, R. M. D. Lima, y M. M. Queiroz, «Female entrepreneurship in emerging and developing countries: a systematic literature review», *Int. J. Gend. Entrep.*, vol. 14, no. 3, pp. 300-322, 2022, doi: 10.1108/IJGE-08-2021-0142.
- [4] M. Bircher, D. Chahín, C. Lopez, I. Mejía, y A. Villota, «Radiografía de la participación de las mujeres empresarias de la alianza del 134». 2020. [En línea]. Disponible en: <https://alianzapacifico.net/wp-content/>
- [5] W. Deng, Q. Liang, J. Li, y W. Wang, «Science mapping: A bibliometric analysis of female entrepreneurship studies», *Gend. Manag. Int. J.*, vol. 36, no. 1, pp. 61-86, 2021, doi: 10.1108/GM-12-2019-0240.
- [6] G. M. Cardella, B. R. Hernández-Sánchez, y J. C. Sánchez-García, «Women Entrepreneurship: A Systematic Review to Outline the Boundaries of Scientific Literature», *Front. Psychol.*, vol. 11, pp. 1-18, 2020, doi: 10.3389/fpsyg.2020.01557.
- [7] H. Levenson, «Perceived parental antecedents of internal powerful others, and chance locus of control orientations», *Developmental Psychology*, American Psychological Association, US, vol. 9, no. 2, pp. 260–265, 1973.
- [8] G.U.E.S.S.S., «Global Student Entrepreneurship 2021: Insights From 58 Countries 2021 GUESSS Global Report». 2021.
- [9] A. C. Acock, *Discovering structural equation modeling using Stata*. Stata Press Books, 2013.
- [10] J. C. Greene, V. J. Caracelli, y W. F. Graham, «Toward a Conceptual Framework for Mixed-Method Evaluation Designs», *Educ. Eval. Policy Anal.*, vol. 11, no. 3, pp. 255-274, 1989.
- [11] J. M. Morse, «Approaches to Qualitative-Quantitative Methodological Triangulation», *Nurs. Res.*, vol. 40, no. 2, pp. 120-123, 1991.
- [12] A. C. Acock, *A Gentle Introduction to Stata*, 4th ed. Texas: StataCorp LP, 2014.
- [13] S. Rabe-Hesketh y A. Skrondal, *Multilevel and Longitudinal Modeling Using Stata*, 3rd ed. College Station, TX: Stata Press, 2012.
- [14] A. G. Víquez-Paniagua, J. C. Leiva, y R. Mora-Esquivel, «Entrepreneurial attitude in female Latin American university students: internal and external influences», *Manag. Res. J. Iberoam. Acad. Manag.*, vol. 21, no. 3, pp. 284-304, 2022, doi: 10.1108/MRJIAM-10-2021-1237.

## Sobre los autores

### Ana Gabriela Víquez-Paniagua

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

### Juan Carlos Leiva

Juan Carlos Leiva Bonilla (PhD) es 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>.

### Ronald Mora-Esquivel

Ronald Mora Esquivel (PhD) es 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>.