

# Investigaciones UAM<sup>®</sup> 2024

Nº 11 | enero - diciembre | 2024

ISSN Impreso: 2390-0547

ISSN Electrónico: 2711-0729



**EDITORIAL**

# Investigaciones UAM<sup>®</sup> 2024



**EDITORIAL**

© Editorial UAM- Universidad Autónoma de Manizales  
Antigua Estación del Ferrocarril  
Correo electrónico: [editorial@autonoma.edu.co](mailto:editorial@autonoma.edu.co)  
Teléfono: (+57) (6) 8727272 Ext. 414  
Manizales-Colombia

Miembro de la Asociación de Editoriales Universitarias de Colombia, ASEUC

Título: Investigaciones UAM 2024  
Compilación: María del Carmen Vergara Quintero / Juana María Toro Galvis / Andrea Gómez Alzate  
Correos electrónicos: [mcvq@autonoma.edu.co](mailto:mcvq@autonoma.edu.co) / [juana.torog@autonoma.edu.co](mailto:juana.torog@autonoma.edu.co) / [agomez@autonoma.edu.co](mailto:agomez@autonoma.edu.co)

Manizales, noviembre de 2024  
ISSN Impreso: 2390-0547  
ISSN Electrónico: 2711-0729

Edición y coordinación editorial: Laura V. Obando Alzate  
Corrección gramatical y de estilo: Diego Fernando Noreña Vélez  
Diseño y Diagramación: Sebastián López Ubaque  
Ilustraciones: [freepik.com](http://freepik.com)

Comité Editorial: Iván Escobar Escobar, Vicerrector Académico UAM. María del Carmen Vergara Quintero *PhD.*, Directora de Investigación, Innovación y Emprendimiento. Bellazmín Arenas Quintana *Mg.*, Coordinadora Unidad de Proyección Social. Luz Ángela Velasco Escobar *Mg.*, Coordinadora Unidad Enseñanza-Aprendizaje. Laura V. Obando Alzate, Editora y Coordinadora Editorial UAM. Brenda Yuliana Herrera Serna *PhD.*, representante Facultad de Salud. Juan David Correa Granada *PhD.*, representante Facultad de Ingenierías. Mónica Naranjo Ruiz *Mg.*, representante Facultad de Estudios Sociales y Empresariales. Angélica María Rodríguez Ortiz *Ph.D.*, Editora revista *Ánfora*. Luisa Fernanda Buitrago Ramírez *Mg.*, Directora revista *Araña que Teje*. Gloria Cecilia Córdoba Córdoba, Coordinadora Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J. Diana Marcela Sánchez Orozco, representante Vicerrectoría Administrativa y Financiera. Diego Fernando Noreña Vélez, Asistente Editorial UAM.

# Contenido

Presentación

*Carlos Eduardo Jaramillo Sanínt*

12

## Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento: una nueva apuesta institucional que nace en el año 2024

14

Direccionamiento Estratégico UAM 2024-2030

15

.....

Dirección de Investigación, Innovación y  
Emprendimiento UAM -DIIE-

16

.....

Relacionamiento interno y externo del Ecosistema  
CTel+C+E UAM

17

.....

Grupos y Líneas de Investigación

18

.....

Centros de investigación, desarrollo tecnológico,  
innovación y emprendimiento

21

.....

Modelo de gestión del conocimiento en la UAM

25

# Resúmenes de investigaciones

## Salud



## Estudios Sociales y Empresariales

|   |     |
|---|-----|
| Fortalecimiento de procesos de gobernanza en el sistema de CTel con estrategias participativas, descentralizadas, basadas en datos y en las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación en las subregiones de caldas (Juntos por la ciencia, la tecnología y la innovación en Caldas) | 87  |
| Clúster Más Pro-Manizales - Acompañamiento: Diseño de hoja de ruta a la cadena productiva de musáceas y snacks  | 95  |
| Unidad de apropiación social del Conocimiento - Piloto 1: Agro Más Competitivo  | 104 |
| Medición del Riesgo financiero en los Mercados pertenecientes al MILA Post pandemia Covid – 19  | 111 |
| Línea base - diagnóstico sobre la situación de vida de las personas habitantes de calle, en calle o en riesgo de habitanza de calle en el departamento de Caldas, 2023  | 119 |
| Determinantes del crecimiento económico de los países fundadores de la Alianza del Pacífico y la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (1980-2016)  | 127 |
| Revalorización de descartes de origen vegetal generados en la transformación de productos gastronómicos   | 134 |

# Ingeniería

|   |     |
|---|-----|
| Falla mecánica de instrumentos endodónticos fabricados con aleación NiTi que operan en condiciones de bajo ciclaje  | 143 |
| Gestión Emocional en el aprendizaje de la matemática de los estudiantes de los programas de pregrado de la Universidad Autónoma de Manizales                                      | 153 |
| Optimización de la síntesis de microfibras de celulosa obtenida a partir de la cascarilla de arroz para su uso como refuerzo de matrices cementicias                              | 162 |
| Efecto de los aditivos extraídos de la cascarilla de arroz sobre las propiedades mecánicas y la durabilidad de matrices cementicias   | 168 |
| Evaluación de las variables del proceso químico para la obtención de microfibras de celulosa a partir del pergamino de café para su uso como material de refuerzo en biopolímeros | 175 |
| Degradación de dipirona en solución acuosa mediante el uso de nanopartículas de óxido de hierro   | 181 |

# Resúmenes de estrategias de apropiación social del conocimiento y divulgación pública de la ciencia

Encurtido de semillas, Harina de Cáscaras de Chontaduro y Semillas de Zapallo, Encurtido de cáscaras y Esparcible de Hojas de Apio **189**

Protocolo de Manejo de Residuos Sólidos **192**

Agro + Competitivo - Biopreparados **195**

Agro + Competitivo - Musáceas **198**

Agro + Competitivo – Buenas prácticas agrícolas **201**

# Resúmenes de proyectos de emprendimiento

Programa joven manizaleño más emprendedor - Alcaldía de Manizales 2023

205

Formar y crear fuentes de desarrollo económico - gente que inspira - Alcaldía de Manizales 2023

208

Fortalecimiento de unidades productivas para mujeres y población diversa - Alcaldía de Manizales 2023

211

# Resúmenes de proyectos en desarrollo tecnológico, innovación y emprendimiento de base tecnológica

## Patentes concedidas

AirFlife sistema de ventilación

215

Kit modular para la práctica de Boccia

217

Sistema de recolección de frutos cítricos Citrigo **219**

Generador de energía con fuentes renovables **221**

Prótesis para amputación transtibial con materiales compuestos por fibras naturales **223**

Termoformadora dual **225**

## Prototipos en fase de patentamiento

Sistema de alimentación para mascotas **228**

Sonda periodontal electromecánica **230**

Equipo de ventilación mecánica para terapia intensiva Speranta **232**

## Prototipos en desarrollo

Red de teleasistencia para el seguimiento a los adultos mayores **235**

# Spin-off en fase de implementación

|               |     |
|---------------|-----|
| Vissuam       | 238 |
| .....         |     |
| Nano Tech UAM | 240 |
| .....         |     |
| Cognitival    | 242 |

# Presentación

En la Universidad Autónoma de Manizales -UAM-, la gestión del conocimiento contempla cuatro eslabones: la producción de nuevo conocimiento, la transferencia de conocimiento y tecnología, la divulgación pública de la ciencia y la Apropiación Social del Conocimiento -ASC; y, por último, la formación en capacidades científicas y tecnológicas desde su aporte a los niños, niñas y adolescentes a través del programa ONDAS, pasando por estudiantes de pregrado, jóvenes investigadores y la formación de magísteres y doctores.

En este sentido, la UAM cuenta con un importante capital humano, estructural y relacional; y vincula en sus procesos y proyectos diferentes actores su propia comunidad educadora, en alianza con otros actores académicos, del Estado, la empresa y la sociedad civil.

Este 2024 se cumplen 27 años del *Foro de Investigación*, un espacio que se ha convertido en la oportunidad para que las comunidades académicas, grupos de investigación y los centros e institutos UAM entreguen a la población general los resultados, conclusiones y recomendaciones de los proyectos de investigación, de ASC, de desarrollo tecnológico, de innovación y emprendimiento de base tecnológica.

El principal propósito es aportar a la transformación del aula, a la proyección y transferir los resultados de los procesos académicos a las comunidades no científicas (empresarios, actores sociales y el Estado), de manera que puedan utilizarlos como insumo para la toma de decisiones informadas y para dar solución a problemas socialmente vivos.

En esta ocasión, el *Foro de Investigación* se centrará en generar un ámbito de discusión acerca de la importancia de la Propiedad Intelectual en los procesos de transferencia de conocimiento y tecnología, en el marco del nuevo Reglamento de Propiedad Intelectual aprobado por el Consejo Superior en el año 2024, mediante el Acuerdo 002 del 25 de junio.

Este libro que se entrega a la comunidad contiene cinco capítulos. El primero hace una presentación de la nueva Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento, creada este año en el marco del *Direccionamiento Estratégico 2024-2030*. El segundo está constituido por los resúmenes de las investigaciones terminadas el segundo semestre del año 2023 y el primer semestre del año 2024

-en formatos de *policy brief*- por parte de los grupos de investigación UAM en las áreas: Salud, Estudios Sociales y Empresariales, e Ingeniería. El tercero contiene los resúmenes de las estrategias de ASC adelantadas en la UAM. En el cuarto capítulo se describen brevemente los proyectos realizados en el marco del emprendimiento. Por último, se presentan los proyectos en desarrollo tecnológico, innovación y emprendimiento, como parte importante de la apuesta que hace actualmente la UAM.

Con esta publicación, la UAM espera contribuir al fortalecimiento de la sociedad del conocimiento.

**Carlos Eduardo Jaramillo Sanínt**  
Rector  
Universidad Autónoma de Manizales

# Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento: una nueva apuesta institucional que nace en el año 2024



# Direccionamiento Estratégico UAM 2024-2030

En el marco del Direccionamiento Estratégico 2024-2030, se da una nueva oportunidad de fortalecer los procesos de ciencia, tecnología, innovación, creación y emprendimiento de la UAM con soporte en el objetivo estratégico dos.

## Misión

Somos una comunidad educadora, incluyente, dinamizadora del conocimiento, comprometida con la convivencia pacífica y el desarrollo sostenible, que contribuye a la formación de ciudadanos éticos y emprendedores, con pensamiento crítico e innovador en un marco de responsabilidad social.

## Visión 2030

A partir de nuestro compromiso con la innovación y la sostenibilidad, seremos la Universidad aliada estratégica de las empresas, de la sociedad civil y del Estado.

## Objetivo estratégico

2. Fortalecer el ecosistema de gestión del conocimiento basado en la innovación y el emprendimiento a partir de focos estratégicos, que permita aplicar soluciones a retos y necesidades para fomentar la competitividad, la productividad y el desarrollo social.



## Objetivo: desarrollo e innovación



### Programa: INNOVA UAM



Articular la investigación, la innovación y el emprendimiento para el desarrollo productivo y social.

### Proyectos

Gestión de la ciencia y la tecnología

Gestión de la innovación

Gestión del emprendimiento

# Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento UAM -DIIE-

En febrero de 2024, el Consejo Superior aprobó una nueva estructura académico-administrativa en la Universidad Autónoma de Manizales -UAM- que permite una mayor dinamización del plan estratégico. En virtud de ello, se aprobó la creación de la Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento – DIIE, dependiendo de manera directa de la Rectoría, la cual vincula los procesos de investigación, innovación y emprendimiento de la institución.



Figura 1. Organigrama DIIE

De ese modo, se fortalece el ecosistema de investigación, innovación y emprendimiento de la UAM, conformado por el Comité de Investigación y Desarrollo, el Comité de Propiedad Intelectual, el Comité Editorial y el Comité de Ética de la Investigación, Bioética e Integridad Científica, los Centros de Investigación, Desarrollo Tecnológico y de Innovación; la Unidad de Emprendimiento, los grupos de investigación, los semilleros de investigación y el programa de Jóvenes Investigadores de pregrado y profesionales en alianza con otros actores internos de la UAM y actores externos de la academia, empresa, estado y sociedad nacionales e internacionales.

# Relacionamiento interno y externo del Ecosistema CTel+C+E UAM

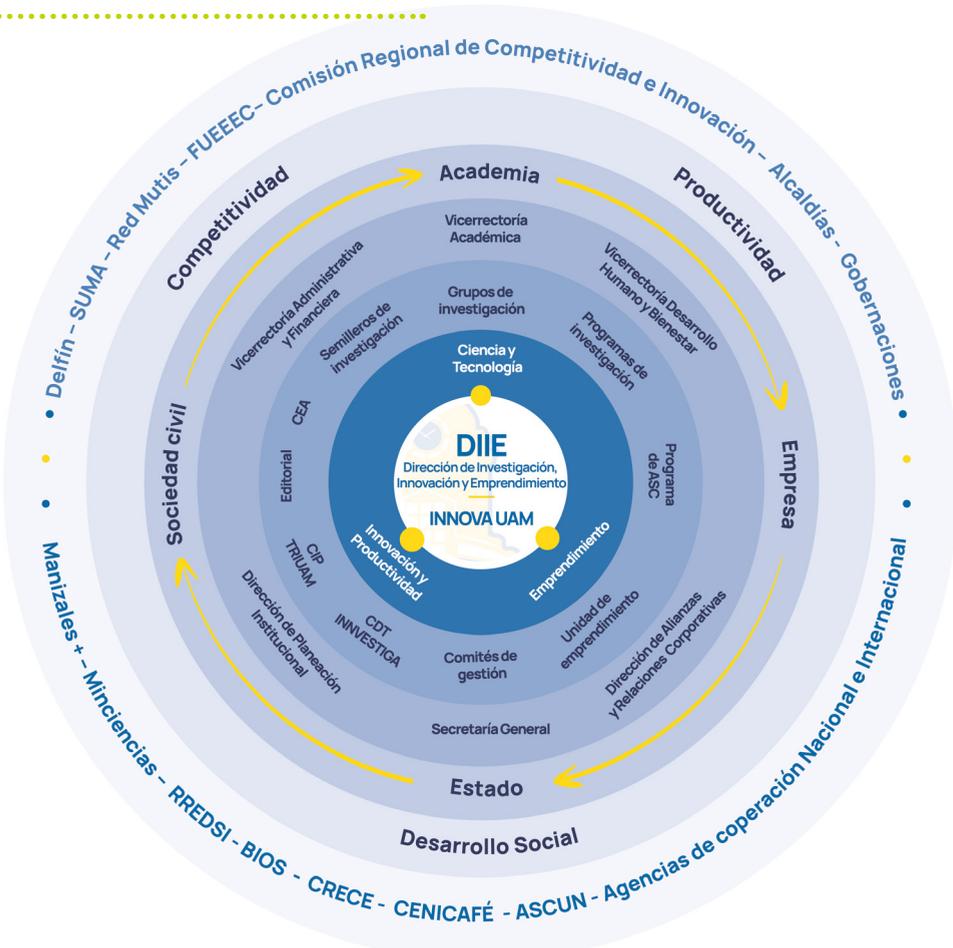


Figura 2. Ecosistema CTel+C+E UAM

Para la investigación en los grupos y sus semilleros se han definido tres áreas estratégicas: Salud, Ingenierías, Estudios Sociales y Empresariales, en las cuales se han priorizado las siguientes líneas de trabajo: neurofisiología del sistema estomatognático, discapacidad, neurociencia cognitiva, políticas y sistemas de salud; educación, desarrollo regional, diseño y arte, estudios éticos y políticos, estudios sobre el lenguaje; eficiencia y nuevas fuentes de energía, modelamiento y simulación de sistemas, desarrollo de software, biología computacional, bioinformática, instrumentación y procesamiento digital de información, desarrollo y aplicación de materiales, diseño de ingeniería y gestión organizacional.

# Grupos y líneas de investigación UAM

| Grupo de investigación                  | Líneas de investigación  | Categoría Minciencias | Contacto   |
|---|--|-----------------------|--|
| Cuerpo Movimiento                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Actividad física y deporte</li> <li>· Estudios corporales</li> <li>· Funcionamiento y discapacidad en la perspectiva de la salud</li> </ul>   | A                     | José Armando Vidarte Claros<br><a href="mailto:jovida@autonoma.edu.co">jovida@autonoma.edu.co</a><br>Julialba Castellanos Ruiz<br><a href="mailto:jcastellanos@autonoma.edu.co">jcastellanos@autonoma.edu.co</a>                         |
| Neuro-aprendizaje (Ciencias Cognitivas) | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Aprendizaje motor</li> <li>· Neurociencia cognitiva</li> </ul>  | A                     | Luisa Fernanda Méndez Ramírez<br><a href="mailto:luisa.mendez@autonoma.edu.co">luisa.mendez@autonoma.edu.co</a>  |
| Salud Pública                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Políticas y sistemas de salud</li> <li>· Morbilidad y factores de riesgo de patologías humanas</li> <li>· Cultura de la Salud</li> <li>· Salud, ambiente y territorio</li> <li>· Gestión del riesgo de emergencias y desastres</li> </ul> | A                     | Tatiana González Pérez<br><a href="mailto:tatiana.gonzalez@autonoma.edu.co">tatiana.gonzalez@autonoma.edu.co</a><br>Juan Sebastián Zuluaga Morales<br><a href="mailto:juans.zuluagam@autonoma.edu.co">juans.zuluagam@autonoma.edu.co</a> |
| Salud Oral – INSAO                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Rehabilitación oral</li> <li>· Ortodoncia</li> <li>· Estomatología y cirugía oral</li> <li>· Endoperio</li> </ul>   | A                     | Brenda Yuliana Herrera Serna<br><a href="mailto:bherrera@autonoma.edu.co">bherrera@autonoma.edu.co</a>   |
| Ingeniería del Software                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Desarrollo y calidad de Software</li> <li>· Inteligencia Artificial</li> <li>· Bioinformática y biología computacional</li> </ul>   | A                     | Juan David Correa Granada<br><a href="mailto:jcorrea@autonoma.edu.co">jcorrea@autonoma.edu.co</a>  |

| Grupo de investigación                  | Líneas de investigación   | Categoría Minciencias | Contacto   |
|---|---|-----------------------|--|
| Automática                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Bioingeniería</li> <li>· Instrumentación y Control</li> <li>· Mecatrónica</li> <li>· Procesamiento de Señales</li> </ul>   | A1                    | Óscar Cardona Morales<br><a href="mailto:oscar.cardonam@autonoma.edu.co">oscar.cardonam@autonoma.edu.co</a>            |
| Física y Matemática                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Enseñanza de las ciencias exactas y naturales</li> <li>· Energías renovables</li> <li>· Ingeniería y tecnología en materiales</li> <li>· Modelamiento matemático y simulación computaciones</li> </ul> | A1                    | César Leandro Londoño Calderón<br><a href="mailto:cesarl.londonoc@autonoma.edu.co">cesarl.londonoc@autonoma.edu.co</a> |
| Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Diseño Mecánico y Mecánica Computacional</li> <li>· Optimización de procesos industriales y mantenimiento</li> <li>· Ingeniería y sociedad</li> <li>· Termodinámica aplicada</li> </ul>                | B                     | Sebastián Durango Idárraga<br><a href="mailto:sebastiandi@autonoma.edu.co">sebastiandi@autonoma.edu.co</a>             |
| Empresariado                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Estudios empresariales</li> <li>· Estudios económicos</li> </ul>   | B                     | Lina Victoria Berrío Ríos<br><a href="mailto:lberrio@autonoma.edu.co">lberrio@autonoma.edu.co</a>                      |
| Diseño y Complejidad                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Objetos y sistemas indumentarios</li> <li>· Objetos y sistemas industriales</li> <li>· Creatividad e innovación</li> <li>· Artes culinarias y gastronomía</li> </ul>                                   | B                     | Diego Fernando Barajas<br><a href="mailto:dbarajas@autonoam.edu.co">dbarajas@autonoam.edu.co</a>                       |
| Ética y Política                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Política</li> <li>· Ética</li> <li>· Desarrollo de la conciencia individual y colectiva</li> </ul>   | A                     | Juan Manuel Vargas Henao<br><a href="mailto:jvargas@autonoma.edu.co">jvargas@autonoma.edu.co</a>                       |

| Grupo de investigación                         | Líneas de investigación  | Categoría Minciencias | Contacto  |
|--|--|-----------------------|---|
| Centro de Investigación terminológica – CITERM | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Terminología</li> <li>· Traducción</li> <li>· Enseñanza aprendizaje de lenguas</li> <li>· Cognición y lenguaje</li> </ul> | B                     | <p>María Mercedes Suárez de Latorre<br/> <a href="mailto:mercedessuarez@autonoma.edu.co">mercedessuarez@autonoma.edu.co</a></p> <p>Alexandra Suaza Restrepo<br/> <a href="mailto:Alexandra.suazar@autonoma.edu.co">Alexandra.suazar@autonoma.edu.co</a></p> |
| SEAD-UAM                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Actores y contextos</li> <li>· Educación y desarrollo</li> <li>· Procesos de enseñanza aprendizaje</li> </ul>             | B                     | <p>Juliette Agamez Triana<br/> <a href="mailto:jagamez@autonoma.edu.co">jagamez@autonoma.edu.co</a></p> <p>Liliana Silva Ferreira<br/> <a href="mailto:lilianasilva@autonoma.edu.co">lilianasilva@autonoma.edu.co</a></p>                                   |
| Desarrollo Regional Sostenible                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Capital social</li> <li>· Gestión Territorial</li> </ul>  | A                     | <p>María Eugenia Arango<br/> <a href="mailto:cea@autonoma.edu.co">cea@autonoma.edu.co</a></p>   |
| Biología Molecular y salud-BIMSA               | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Inmunología</li> <li>· Productos Naturales</li> <li>· Microbiología y Biología Celular</li> </ul>                         | No escalafonado       | <p>Jessica Triviño Valencia<br/> <a href="mailto:jessica.valenciat@autonoma.edu.co">jessica.valenciat@autonoma.edu.co</a></p>   |

# Centros de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y emprendimiento



## Centros de Estudios Ambientales Mérida Restrepo de Fraume CEA-UAM

El CEA interactúa con actores locales, regionales, nacionales e internacionales de los sectores público y privado para ayudar a individuos y comunidades a comprender la complejidad del medio ambiente natural y cultural. De este modo busca mejorar las competencias para participar de manera responsable y eficaz en la prevención y solución de problemas territoriales, considerando las interdependencias entre las dimensiones ambiental, social, cultural, económica y política.

## Objetivo

Desde el enfoque de Desarrollo y Fortalecimiento de Capacidades – DFC, el CEA-UAM busca aumentar la capacidad de agencia individual mediante la formación para la acción colectiva, fortaleciendo el desarrollo organizacional, las redes colaborativas y la incidencia en marcos normativo-institucionales, en contextos territoriales específicos y reconociendo el potencial transformador de los actores.

## Servicios

- Investigación-desarrollo I+D
- Gestión territorial
- Capital social
- Consultoría especializada en temas ambientales
- Formación en temas ambientales
- Servicios o productos para las Corporaciones Autónomas Regionales - CAR o autoridades ambientales.

## Contacto:

**CEA**

[cea@autonoma.edu.co](mailto:cea@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y  
Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

## Centro de Desarrollo Tecnológico INNVESTIGA

---

Aliado de las empresas para aportar a la competitividad del sector productivo en temas de materiales y procesos productivos desde el desarrollo de programas y proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico, transferencia de tecnología y prestación de servicios tecnológicos.

### Objetivo

Su objetivo es consolidar la articulación entre Universidad, Empresa, Sociedad y Estado para el fortalecimiento de la competitividad e innovación de la industria colombiana, en especial del departamento de Caldas, desde la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico, la transferencia de tecnología y la prestación de servicios, en temas relacionados con materiales y procesos industriales.

### Servicios

- **Formulación y ejecución** de proyectos de investigación y desarrollo en problemas empresariales relacionados con materiales y mejora de procesos industriales.
- **Diseño y prototipado** de elementos mecánicos, industriales, electrónicos y biomédicos, y acompañamiento en su escalamiento.
- **Desarrollo de proyectos** a la medida relacionados con ciencia de datos e Inteligencia Artificial
- **Venta de servicios** de laboratorio en herramientas tangibles para impulsar la innovación y la productividad.

### Líneas de trabajo

- Investigación en materiales con énfasis en materiales para la industria: materias primas, residuos, subproductos.
- Mejora en procesos industriales: Desarrollo e innovación
- Prototipado y Escalamiento de máquinas y herramientas
- Venta de servicios de laboratorio: pruebas mecánicas, espectroscopía, metalografía, entre otros.

### Contacto

**Centro de Desarrollo Tecnológico CDT- INNVESTIGA**

[cdt.investigiga@autonoma.edu.co](mailto:cdt.investigiga@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)



## Centro de Innovación y Productividad CIP - TRIUAM

Tú lo piensas, juntos lo innovamos

Tiene como propósito aportar desde la transferencia de la ciencia, la tecnología, la innovación y el emprendimiento a la generación de soluciones de alto impacto social, económico y ambiental, de manera que contribuya al mejoramiento de la competitividad y de la productividad en los ámbitos regional, nacional e internacional.

### Objetivo

Su objetivo es promover la colaboración entre las empresas, el Estado, la sociedad civil y los grupos de investigación UAM, con el fin de mejorar la gestión de la innovación y la productividad de la región.

### Servicios

- **Soluciones a necesidades** y retos empresariales y territoriales
- **Procesos de co-creación** para la innovación empresarial y la innovación social
- **Validación** de nuevos productos y servicios
- **Vigilancia tecnológica**, inteligencia competitiva y estudios de mercado
- **Prestación de servicios** científicos y tecnológicos para la sofisticación empresarial
- **Fortalecimiento de capacidades** para la CTel, la apropiación social del conocimiento y la gestión de la propiedad intelectual
- **Asesorías y consultorías** en responsabilidad social, regulaciones, normas técnicas y políticas públicas
- **Transferencia** de metodologías para la toma de decisiones (Investigación-Acción-Decisión-IAD)

### Líneas de trabajo

- **Innovación empresarial**  
Se diseñan estrategias para impulsar la visión empresarial, desde la ideación hasta la implementación, y se lleva la innovación directamente a las metas.
- **Productividad y competitividad**  
Se optimiza el rendimiento con soluciones que impulsan la productividad, de manera que se mantenga a la vanguardia competitiva.
- **Transferencia de conocimiento y tecnología**  
La experiencia con la que se cuenta se traduce en la transferencia efectiva de herramientas y metodologías para la toma de decisiones. Así, se aporta a la transformación empresarial y territorial, potenciando la apropiación y el uso del conocimiento y la tecnología.

### Contacto

Centro de Innovación y Productividad CIP-TRIUAM

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)



## Unidad de Emprendimiento UAM

Crea, apropia y transfiere capacidades en emprendimiento para inspirar el desarrollo profesional y empresarial que responda de manera innovadora a los retos del entorno, potenciando líderes emprendedores.

Genera, además, dinámicas para el crecimiento de las empresas a través de metodologías y herramientas especializadas y de impacto en ventas e innovación, que se ejecutan de manera rápida y específica.

### Objetivo

Los objetivos estratégicos institucionales y el ADN de la Unidad son la innovación y el emprendimiento para incidir en el desarrollo humano, empresarial y de las regiones.

### Servicios

- Fortalecimiento de la estrategia de las empresas en nuevos negocios:
- Talleres tipo *Bootcamp* en Intraemprendimiento, Mentalidad exponencial y Proyectos Steam.
- Contribuir con la dinámica del desarrollo comercial: Talleres tipo
- *Bootcamp* en Clínica de ventas, Estructura de pitch, Modelos de atención comercial y Eventos tipo Ring pitch.
- Talleres y retos de innovación para su empresa: Talleres tipo *Bootcamp* de
- Megavías de crecimiento, Innovación en experiencia de usuario Innovación en configuración de negocios e Innovación en oferta de bienes y servicios.



### Contacto

**Unidad de Emprendimiento**  
[emprendimiento@autonoma.edu.co](mailto:emprendimiento@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento**  
[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

# Modelo de gestión del conocimiento en la UAM



Figura 3. Modelo de gestión del conocimiento en la UAM

La investigación UAM ha logrado en sus últimos cinco años grandes aportes al desarrollo de la región; así se evidencia en las dos figuras que se presentan a continuación:



Figura 4. Estrategias e impactos de la investigación UAM



Figura 5. Ecosistema de CTeI 2018-2023

Sitio web UAM

[www.autonoma.edu.co](http://www.autonoma.edu.co)

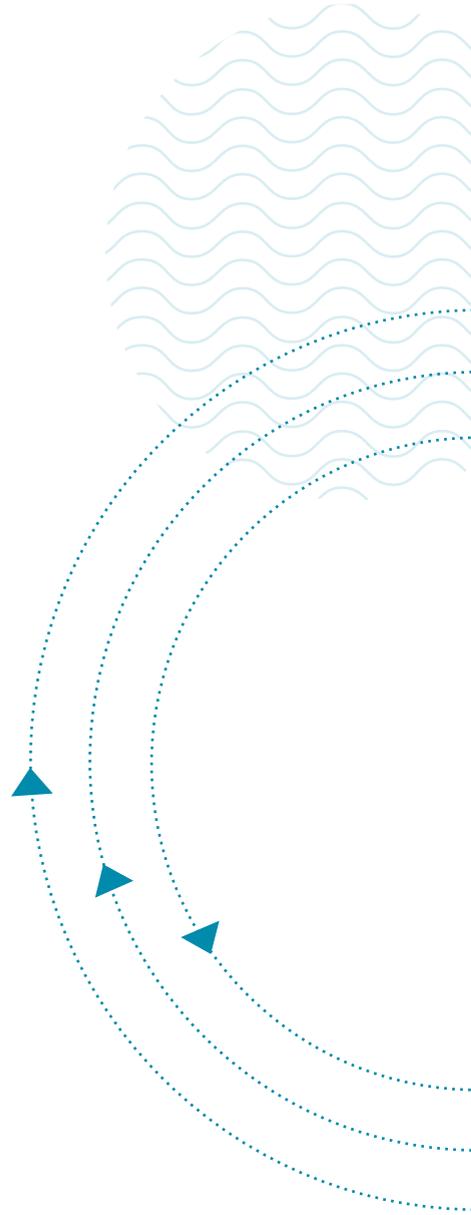
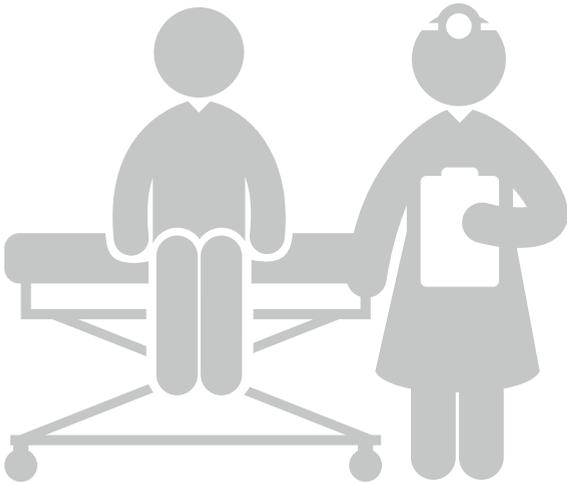
Gestión de la Investigación UAM

<https://www.autonoma.edu.co/investigacion/gestion-de-la-investigacion>

# Resúmenes de investigaciones

2023-II y 2024-I





**Salud**



# Evaluación del efecto de nanopartículas de plata como un método alternativo para la inactivación de *cryptosporidium parvum* en muestras de agua

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Agua y Cambio Climático

---

**Jessica Triviño Valencia** | Magíster en Microbiología Agroindustrial.

*Correo electrónico: [jessica.valenciat@autonoma.edu.co](mailto:jessica.valenciat@autonoma.edu.co)*

**César Leandro Londoño Calderón** | Doctorado en Ingeniería.

*Correo electrónico: [cesarl.londonoc@autonoma.edu.co](mailto:cesarl.londonoc@autonoma.edu.co)*

**Jorge Andrés Cuellar Gil** | Magíster en Microbiología Agroindustrial.

*Correo electrónico: [jorgeacuellarg@autonoma.edu.co](mailto:jorgeacuellarg@autonoma.edu.co)*

**Carlos Andrés Naranjo Galvis** | Doctorado Ciencias Biomédicas.

*Correo electrónico: [cang@autonoma.edu.co](mailto:cang@autonoma.edu.co)*

**Óscar Moscoso Londoño** | Doctorado en Ingeniería.

*Correo electrónico: [oalzate@autonoma.edu.co](mailto:oalzate@autonoma.edu.co)*

**Fabiana María Lora Suárez** | Doctorado Ciencias Biomédicas.

*Correo electrónico: [flora@uniquindio.edu.co](mailto:flora@uniquindio.edu.co)*

■ Grupos de Investigación: **Grupo de Biología Molecular en Salud BIMSA, Universidad Autónoma de Manizales / Grupo de estudio en parasitología molecular GEPAMOL, Universidad del Quindío** ■

**Palabras clave:** *Cryptosporidium, agua, tratamiento, potabilización, inactivación.*

## Problema a resolver

Las infecciones transmitidas por protozoos constituyen una de las causas más frecuentes de enfermedad entre los seres humanos a nivel mundial (Kosek *et al.*, 2003), siendo el agua, debido a sus diversos empleos, una de las vías más importantes de transmisión. Es así como el acceso al agua segura es una necesidad humana fundamental, y, por tanto, un derecho humano básico que necesita ser garantizado con todas las medidas sanitarias. Según la Organización Mundial de la Salud, cada año ocurren cuatro billones de casos de diarrea, esto comúnmente causado por infecciones gastrointestinales, las cuales provocan la muerte de alrededor de 1.6 millones de personas anualmente y es responsable del 21% de las muertes en niños menores de 5 años (Kosek *et al.*, 2003). La mayoría de estas infecciones parasitarias están relacionadas con Cryptosporidiosis que es causada por el agente etiológico *Cryptosporidium spp.*, debido a altos porcentajes de brotes a nivel mundial (60.3%); dicho parásito es el protozoo que requiere más control por parte de la industria del agua (Baldurson & Karanis, 2011).

A nivel mundial se ha demostrado un aumento de casos de infección con Cryptosporidiasis. A nivel nacional, el escenario no varía mucho. Por ejemplo, el reporte realizado por Lora Suárez *et al.*, en 2016, en el departamento del Quindío, donde se evaluaron la presencia de ADN de *Giardia*, *Toxoplasma* and *Cryptosporidium* por PCR, en muestra de agua (antes, durante y después), se reportó por la presencia de *Cryptosporidium parvum* (21%) y *Cryptosporidium hominis* (10.5%).

Hoy día, el principal método de desinfección es la cloración, esto se debe a su costo bajo y poder oxidante alto. Sin embargo, existe una creciente preocupación por la formación de subproductos relacionados con la desinfección, como los Trihalometanos, algunos de ellos identificados por la Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer como posibles fuentes de cáncer en humanos. Además, se conoce de la incapacidad de estos métodos para remover o inactivar algunos microorganismos persistentes como parásitos (Wang, Deng & Lin, 2007; Watson, Shaw, Leusch & Knight, 2012). En el caso particular de *Cryptosporidium*, este agente resistente a un número de factores ambientales lo que no permite una adecuada desinfección con cloro a concentraciones no tóxicas para el consumo humano, de modo que su eliminación se ha convertido en un reto para las plantas de tratamiento de agua potable y aguas residuales.

Ante este contexto, la reducción del número de estos patógenos en las fuentes hídricas se basa en la búsqueda de nuevas y eficientes estrategias para desinfección de aguas. Aunque se han estudiado y reportado la acción de diversos desinfectantes como temperatura (calor seco y húmedo), radiaciones (gama, ultravioleta), sonicación, y otros de naturaleza química como el yodo, bromo, peróxidos, cloro y compuestos metálicos (cobre y plata), cada uno

presenta diversos valores de efectividad a los distintos patógenos que pueden presentarse en el agua (Efstratiou, Ongerth & Karanis, 2017).

## Contexto del estudio

Se han descrito una gran variedad de protozoos parásitos como los causantes de enfermedades transmitidas por alimentos y el agua, estos representan un gran problema en salud pública y conllevan a un impacto económico significativo. El crecimiento de la población a nivel mundial y, por consiguiente, el aumento en la demanda del agua para diferentes actividades ha generado el deterioro del recurso hídrico. Una de las fuentes de contaminación más frecuente es la de origen doméstico, la cual se caracteriza por la presencia de altas concentraciones de materia orgánica y microorganismos de origen fecal (OMS, 2011).

Entre los parásitos transmitidos por el agua, *Giardia* y *Cryptosporidium* son las causas más comunes de brotes importantes en los países desarrollados y no desarrollados (Mak, 2004; Anceno *et al.*, 2007). *Cryptosporidium* es uno de los protozoos más frecuentes, por lo que es una importante amenaza para la salud pública (Harhay *et al.*, 2011). *Giardia intestinales*, *Toxoplasma gondii* y *Cryptosporidium parvum* son patógenos que se caracterizan por una baja dosis infectiva y una alta presencia en el medio ambiente (Travaillé *et al.*, 2016), para lo cual, *Cryptosporidium* posee una dosis infectiva de ID<sub>50</sub> en humanos entre 9 y 1.042 (Okhuysen *et al.*, 1999). Un estudio epidemiológico reporta que es el causante de diarrea en más de 22.000 niños (menores de 5 años) residentes en cuatro sitios de África y tres sitios de Asia. La criptosporidiosis fue identificada como el segundo patógeno más común responsable de la diarrea severa y es también relacionado con la muerte en niños pequeños (12 a 23 meses) (Kotloff *et al.*, 2013). Estudios moleculares recientes afirman lo anteriormente dicho e identifican a *Cryptosporidium spp.*, en un 58% de los casos estudiados (Liu *et al.*, 2016).

A nivel mundial, la criptosporidiosis se estima que es responsable de un 30 - 50% de las muertes en menores de 5 años y es considerada la segunda mayor causa de la diarrea y la muerte en los niños después del rotavirus (Striepen, 2013). Además, la infección en este grupo de edad se asocia con problemas de desarrollo (Kosek *et al.*, 2003). La principal fuente de transmisión de *Cryptosporidium* es a través del agua, este protozoo fue considerado como el principal agente etiológico en un 60.3% de los brotes reportados a nivel mundial en un periodo de 7 años, entre 2004 y 2010 (Baldursson & Karanis, 2011). Recientemente, *Cryptosporidium* estuvo clasificado como un parásito coccidio; sin embargo, de acuerdo con el código de nomenclatura zoológica internacional (ICZN), esta especie ha sido reclasificada en la clase Gragarigregarinomorphea, perteneciente al phylum Apicomplexa (Ryan *et al.*, 2016). Esta reclasificación tiene importantes

implicaciones para la industria del agua, ya que *Cryptosporidium* ahora se reconoce capaz de formar biopelículas y reproducirse de manera extracelular. Esto sugiere que es necesario revisar y optimizar los procesos de tratamiento del agua para asegurar la eliminación efectiva de este patógeno, protegiendo así la salud pública.

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

En el desarrollo de este proyecto sobre el uso de nanopartículas de plata en la desinfección de *Cryptosporidium parvum*, se consideraron de manera rigurosa aspectos éticos, bioéticos y de integridad científica, siguiendo normas internacionales y nacionales. Se respetaron los principios de no maleficencia, justicia, beneficencia y respeto a la autonomía de las personas, garantizando que ningún ser humano o animal sufra daños innecesarios durante las etapas del estudio.

En el proyecto se tuvo en cuenta la aplicación de la Declaración de Helsinki y las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), asegurando el uso responsable y controlado de nanomateriales, minimizando cualquier posible impacto ambiental o riesgo de contaminación fuera de los espacios de experimentación. Se realizó, además, una evaluación de riesgos para asegurar que el uso de nanopartículas no genere residuos tóxicos que afecten el ambiente o la salud humana.

Se siguieron los lineamientos del Comité de Ética en Investigación, que incluye la protección de los derechos de los participantes humanos y el bienestar animal, de ser necesario. Adicionalmente, se garantizó la transparencia en los resultados, la precisión en los datos y la reproducibilidad del estudio, evitando cualquier forma de manipulación de la información.

Finalmente, el manejo de *Cryptosporidium parvum* siguió estrictamente las regulaciones de bioseguridad para evitar su diseminación accidental, siguiendo los protocolos de contención de agentes biológicos patógenos.

## Impacto

Los hallazgos de este estudio han generado impactos significativos en diversos ámbitos. En el aspecto social, la comprensión del uso de nanopartículas de plata para desactivar los ooquistes de *Cryptosporidium* puede contribuir a la mejora de la calidad del agua en comunidades vulnerables, donde las infecciones transmitidas por el agua son comunes. Esto, a su vez, puede reducir la incidencia

de enfermedades gastrointestinales, mejorando la calidad de vida y reduciendo las desigualdades en el acceso a agua potable segura.

En el ámbito cultural, este proyecto fomenta la conciencia sobre la importancia del manejo adecuado del agua y la bioseguridad, lo que podría traducirse en un mayor compromiso de las comunidades locales en prácticas de higiene y cuidado ambiental. Además, promueve el diálogo entre sectores científicos, gubernamentales y la sociedad civil para la implementación de nuevas tecnologías de desinfección.

Políticamente, los resultados del estudio pueden influir en la creación o mejora de políticas públicas relacionadas con el control de la calidad del agua y la salud pública, alentando la adopción de tecnologías basadas en nanopartículas para el tratamiento de agua en plantas potabilizadoras, especialmente en zonas rurales o con recursos limitados.

Económicamente, la aplicación de esta tecnología podría reducir los costos asociados con los tratamientos tradicionales de agua, ya que las nanopartículas de plata ofrecen una alternativa más eficiente y potencialmente menos costosa. Esto abre oportunidades para el desarrollo de nuevas industrias centradas en nanomateriales, promoviendo la innovación y el crecimiento económico en el sector tecnológico y ambiental.

## Recomendaciones

Dirigidas a diferentes actores (academia, empresa, Estado y sociedad civil), pero, en particular, a empresas potabilizadoras de agua.

- Construcción de políticas públicas y control de calidad del agua e implementación de nuevas tecnologías en el tratamiento de agua. Los resultados de este estudio evidencian la efectividad de las nanopartículas de plata (AgNPs) para la inactivación de *Cryptosporidium*, reduciendo la viabilidad del patógeno en un 88% en una concentración de 16.08 mg/dL con un tiempo de exposición de 30 minutos. Esto sugiere que las AgNPs podrían ser utilizadas como una opción complementaria a la cloración para mejorar los sistemas de tratamiento de agua, especialmente en áreas donde *Cryptosporidium* es prevalente y los métodos convencionales no son suficientes. Se recomienda a los organismos de salud pública y a los responsables de plantas de tratamiento de agua potable considerar la inversión en tecnologías basadas en nanopartículas para optimizar el control de patógenos resistentes.

- Revisión de normativas de calidad del agua. Es fundamental que las autoridades sanitarias revisen y actualicen las normativas vigentes para incluir el monitoreo de *Cryptosporidium* en los sistemas de distribución de agua, dada su resistencia a los métodos convencionales de desinfección. Este estudio respalda la necesidad de establecer límites de seguridad que garanticen la ausencia o minimización de ooquistes viables en fuentes de agua potable.
- Aplicar estos hallazgos en la salud pública y en el desarrollo de programas de vigilancia epidemiológica. Dado el alto impacto de *Cryptosporidium* en la salud infantil en países en desarrollo, se recomienda fortalecer los programas de vigilancia epidemiológica para la detección y control de este patógeno en comunidades vulnerables. Las AgNPs pueden formar parte de nuevas estrategias de desinfección a nivel comunitario, especialmente en regiones con acceso limitado a infraestructura de tratamiento de agua de calidad.
- La promoción de la investigación en tecnologías basadas en nanopartículas. Los resultados obtenidos sugieren que las nanopartículas de plata tienen un gran potencial como herramientas antimicrobianas. Se recomienda fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías basadas en nanopartículas para combatir no sólo *Cryptosporidium*, sino también otros patógenos resistentes en agua y alimentos. Instituciones académicas y centros de investigación deben priorizar estudios que exploren la optimización de dosis, tiempos de exposición y costos de implementación.
- Se destaca la promesa de las nanopartículas de plata como una herramienta efectiva para la inactivación de *Cryptosporidium* en agua. Se recomienda una colaboración entre entidades gubernamentales, centros de investigación y la industria para adoptar procesos de investigación que permitan el estudio de métodos alternos para el tratamiento de agua potable.
- Mejorar la calidad microbiológica del agua, específicamente en la eliminación de parásitos de importancia en salud pública que muestran resistencia a los métodos tradicionales de desinfección, como la cloración. *Cryptosporidium*, un parásito resistente a muchos de los tratamientos convencionales y que representa un desafío significativo para el suministro de agua potable segura. En este sentido, las nanopartículas de plata ofrecen una solución innovadora, ya que tienen la capacidad de romper las membranas celulares de los patógenos, logrando inactivar microorganismos resistentes como *Cryptosporidium*.
- Este enfoque abre nuevas posibilidades para superar las limitaciones de los tratamientos actuales, como la cloración, y resalta la importancia de continuar investigando tecnologías alternativas que puedan garantizar la

protección de la salud pública frente a infecciones parasitarias difíciles de erradicar mediante métodos convencionales.

## Referencias

- Anceno, A. J., Ozaki, M., Dang, Y. N., Chuluun, B. & Shipin, O. V. (2007). Canal networks as extended waste stabilization ponds: fate of pathogens in constructed waterways in Pathumthani Province, Thailand. *Water Sci Technol* 55, 143–156.
- Baldursson, S., & Karanis, P. (2011). Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2004-2010. *Water Research*, 45(20), 6603– 6614.
- Efstratiou, A., Ongerth, J., & Karanis, P. (2017). Evolution of monitoring for Giardia and Cryptosporidium in water. *Water Research*, 123, 96–112. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.06.042>
- Harhay, M. O., Horton, J., Olliaro, P. L. & Utzinger, J. (2011). Diagnostics are central for a truly holistic approach against intestinal parasitic diseases. *Int J Infect Dis* 15, e76–e77
- Kosek, M., Bern, C., & Guerrant, R. L. (2003). The global burden of diarrhoeal disease, as estimated from studies published between 1992 and 2000. *Bulletin of the World Health Organization*, 81(3), 197-204.
- Kotloff, K. L., Nataro, J. P., Blackwelder, W. C., Nasrin, D., Farag, T. H., Panchalingam, S. & Levine, M. M. (2013). Burden and aetiology of diarrhoeal disease in infants and young children in developing countries (the Global Enteric Multicenter Study, GEMS): a prospective, case-control study. *The Lancet*, 382(9888), 209-222
- Liu, J., Platts-Mills, J. a, Juma, J., Kabir, F., Nkeze, J., Okoi, C., ... Houpt, E. R. (2016). Use of quantitative molecular diagnostic methods to identify causes of diarrhoea in children: a reanalysis of the GEMS case-control study. *The Lancet*, 388(10051), 1291– 1301. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31529-X](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31529-X)
- Lora Suárez, M., Rivera, R., Triviño Valencia, J. (2016). Detection of protozoa in water samples by formalin/ether concentration method. *Water Res.* 5.
- Mak, J. W. (2004). Important zoonotic intestinal protozoan parasites in Asia. *Trop Biomed* 21, 39–50
- Okhuysen, P. C., Chappell, C. L., Crabb, J. H., Sterling, C. R., & DuPont, H. L. (1999). Virulence of three distinct *Cryptosporidium parvum* isolates for healthy adults. *The Journal of Infe*

- OMS (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano (4º ED.)*. Ginebra: Organización Mundial para la Salud.
- Ryan, U., Paparini, A., Monis, P., & Hijjawi, N. (2016). It's official – *Cryptosporidium* is a gregarine: What are the implications for the water industry? *Water Research*, 105, 305–313.
- Travaillé, E; La Carbona, S; Gilles Gargala, DA; Guyot, K; Dumètre, A; Villena, I; Houssin, M. (2016) Development of a qRT-PCR method to assess the viability of *Giardia intestinalis* cysts, *Cryptosporidium* spp. and *Toxoplasma gondii* oocysts, *Food Control*, 59:359-365.
- Wang, M. Y., Olson, B. H., & Chang, J. S. (2007). Improving PCR and qPCR detection of hydrogenase A (hydA) associated with *Clostridia* in pure cultures and environmental sludges using bovine serum albumin. *Applied microbiology and biotechnology*, 77(3), 645- 656.
- Watson, K., Shaw, G., Leusch, F. D. L., & Knight, N. L. (2012). Chlorine disinfection byproducts in wastewater effluent: Bioassay-based assessment of toxicological impact. *Water Research*, 46(18), 6069–6083. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.08.026>.

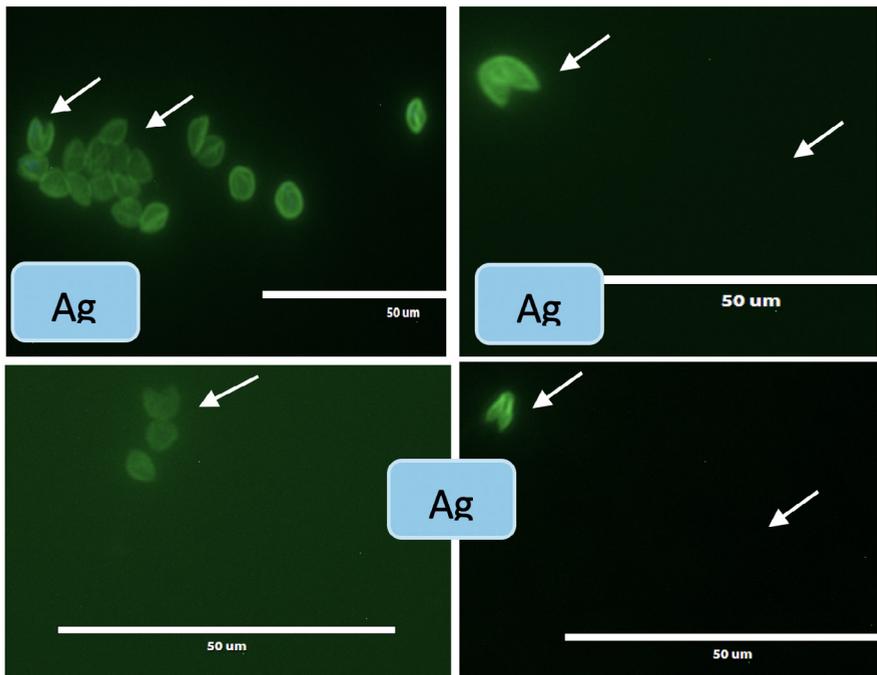


Figura 1. Uso de nanopartículas de plata para desactivar los ooquistes de *Cryptosporidium*



# Calidad de vida y satisfacción con la vida en la comunidad universitaria en el marco del programa UAM universidad saludable, Manizales 2021

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos en todas las edades.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Conocimiento e innovación para la equidad.

---

**Consuelo Vélez Álvarez** | Doctora en Salud Pública.

*Correo electrónico: [cva@autonoma.edu.co](mailto:cva@autonoma.edu.co)*

**Paula Andrea Aristizábal Vélez** | Magíster en Salud Pública.

*Correo electrónico: [paulaaristizabal@autonoma.edu.co](mailto:paulaaristizabal@autonoma.edu.co)*

**Diana Andrea García Chamorro** | Magíster en Salud Pública.

*Correo electrónico: [dianagarcia@autonoma.edu.co](mailto:dianagarcia@autonoma.edu.co)*

■ Grupos de Investigación: **Cuerpo Movimiento / Salud Pública.** ■

**Palabras clave:** *calidad de vida, satisfacción con la vida, docentes, estudiantes, universidad promotora de salud.*

## Problema a resolver

La promoción de la salud (PS) es un aspecto crucial dentro del autocuidado, el cual, según la teoría de Orem, se define como las acciones realizadas por personas maduras o en proceso de maduración para mantenerse sanas y continuar con su desarrollo personal y bienestar (1).

Así, la calidad de vida (CV) está intrínsecamente relacionada con la salud de la población, influyendo en la capacidad del individuo para lograr y mantener un nivel global de funcionamiento que le permita realizar actividades significativas y fomentar su bienestar general (2). La CV no sólo refleja las condiciones de vida de las personas, expresándose en variables como la salud física, relaciones sociales y ocupación, sino que depende de la percepción subjetiva que cada individuo tiene sobre su propio contexto de vida y el ejercicio de sus derechos (3 - 4). Por ello, es un constructo complejo que debe ser considerado en cualquier evaluación de CV, ya que está orientado por la evaluación cognitiva, actitudes y juicios de valor del individuo (5).

La evaluación de la CV en un individuo es multidimensional y se obtiene mediante el auto-reporte, sumando diversos factores percibidos por el propio sujeto sobre su vida y cómo evalúa su bienestar o malestar frente a ella (6). En el contexto institucional, la CV integra componentes físicos y del entorno que interactúan con aspectos personales para satisfacer las necesidades de los sujetos, asumiéndose como una construcción social donde las instituciones facilitan las condiciones e interrelaciones que promuevan productividad y satisfacción personal e institucional (7).

Particularmente, en el entorno universitario, se ha demostrado que las buenas relaciones entre sus miembros y los espacios deportivos tienen un impacto positivo en la CV de la comunidad universitaria (8). La satisfacción con la vida, entendida como la evaluación positiva de la propia vida, se relaciona con la capacidad de enfrentar de manera asertiva los momentos difíciles (9). Esta satisfacción es crucial en el contexto universitario, ya que afecta las dinámicas e interacciones sociales, influyendo positiva o negativamente en el bienestar social (10).

Es necesario identificar, mediante investigaciones, los factores que contribuyen a una vida más placentera a lo largo de las distintas etapas del curso de vida (11). Según González & Moreno (12), el bienestar de los individuos se compone de felicidad, ligada al componente afectivo, y satisfacción con la vida, relacionada con el componente cognitivo y con la productividad. Estudiantes universitarios con altos niveles de resiliencia y capacidad de reparación emocional muestran mayores niveles de satisfacción con la vida (13), lo que a su vez se asocia con mejores condiciones de salud (14 - 15).

En el marco de las universidades promotoras de salud, es fundamental comprender la percepción de la CV y la satisfacción con la vida en la

población universitaria, ya que estos espacios deben fomentar competencias que promuevan estilos de vida saludables como la actividad física y una alimentación balanceada (16). La promoción de la salud debe integrarse en los proyectos educativos y laborales de las universidades saludables, propiciando una cultura de bienestar que mejore la calidad de vida de todos los miembros de la comunidad educativa y los forme como promotores de conductas saludables en otros contextos (17).

## Contexto del estudio

La Organización Mundial de la Salud (OMS) subraya en su definición de calidad de vida la relevancia que tienen los factores culturales, sociales y económicos, además de los valores individuales y las expectativas de cada persona en cuanto a la satisfacción con su vida y las condiciones de su existencia, como la salud, la vivienda y la educación. Este enfoque resalta la necesidad de vincular la calidad de vida con el concepto de bienestar, permitiendo un enfoque en nociones como el desarrollo humano y social, buscando generar un equilibrio entre la población, la disponibilidad de recursos, y la protección del medio ambiente desde una perspectiva de derechos humanos que promueva la dignidad, la libertad, la equidad y la felicidad (18).

La calidad de vida es un concepto que abarca múltiples dimensiones, incluyendo componentes subjetivos y objetivos que se conectan con varios aspectos de la vida del individuo (19). Desde el punto de vista subjetivo, se destaca la importancia que las personas otorgan a sentirse bien, ser felices o experimentar sentimientos de alegría, y se señala entre los elementos que explican esta necesidad la percepción de un estado de bienestar personal, cumpliendo un rol crucial en procesos como la regulación emocional y conductual. Esta evaluación se lleva a cabo considerando dos aspectos fundamentales: uno emocional, basado en la presencia de sentimientos y emociones positivas como la alegría y el cariño; y otro negativo, como la angustia y la envidia. Finalmente, también incluye un componente cognitivo, que específicamente abarca la satisfacción con la vida (20 - 21).

El estudio de la calidad de vida en estudiantes universitarios se ha convertido en un tema de gran relevancia, dado que este grupo poblacional heterogéneo se encuentra en un proceso de formación académica y profesional como parte de su proyecto de vida, lo que a futuro generará cambios y transformaciones en los ámbitos político, económico, social y tecnológico (22).

Dentro de las universidades, se encuentra una población joven que oscila entre los 17 y 26 años, con una variedad de condiciones de salud que son atendidas de manera insuficiente por las políticas públicas y el sistema de salud en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe. Estos jóvenes enfrentan situaciones

como la transición demográfica, la globalización, cambios ambientales y el uso creciente de nuevas tecnologías de comunicación, lo que los expone a una serie de factores de riesgo que aumentan su vulnerabilidad, especialmente en el ámbito psicosocial (8).

En cuanto a los estilos de vida de los jóvenes universitarios, se observa una tendencia hacia comportamientos poco saludables, relacionados principalmente con el consumo de alcohol, el tabaquismo, la adopción de dietas desequilibradas que incluyen comida rápida o chatarra, y la falta de actividad física, entre otros factores que contribuyen a una reducción de su calidad de vida, afectando no sólo su salud, sino también su desempeño académico, y su bienestar personal, social y económico (23).

Además, la universidad no sólo es un entorno para la formación académica de los estudiantes, sino que se constituye como una entidad que requiere generar un entorno laboral saludable para mejorar la calidad de vida y el bienestar de su personal administrativo (24).

El personal administrativo de una institución de educación superior debe adaptarse al desarrollo dinámico y productivo del mundo actual, lo que implica una presión significativa, debido a su rol en el mantenimiento de los procesos administrativos y la representación de la imagen institucional, interactuando con usuarios internos y externos y respondiendo a las exigencias de sus roles (25 -26).

Según Vera *et al.* (27), desde la perspectiva del bienestar subjetivo, es esencial reconocer sus necesidades y motivaciones para obtener indicadores que mejoren su desempeño académico y personal, y así disminuir la deserción escolar. Diversos estudios han demostrado que las experiencias de satisfacción en diferentes contextos se asocian directamente con la satisfacción con la vida, y también han encontrado que esta satisfacción está relacionada con la autoestima (28), la resiliencia (29), los estudios (30) y el uso del tiempo libre (31).

Para finalizar, el concepto de universidad promotora de salud se basa en los principios de “ciudades saludables”, priorizando iniciativas de promoción de la salud dirigidas a las universidades como entornos clave. Esto refuerza la idea de que el enfoque estratégico radica en la construcción de ambientes físicos, psíquicos y sociales que mejoren la calidad de vida de la comunidad universitaria, formada por aquellos que estudian y trabajan en dichos espacios, y quienes a su vez son formados para actuar como modelos o promotores de conductas saludables en diferentes ámbitos. Promover la salud implica entenderla en términos de bienestar positivo, reorientando las prácticas de prevención de la enfermedad hacia una tendencia de promoción de la salud, definida por la OMS en la Carta de Ottawa como el proceso que permite a las personas aumentar el control sobre su salud y mejorarla (32 - 33).

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

La presente investigación fue considerada sin riesgo según la resolución 08430 de 1993 (34), lo anterior en virtud de que no se realizó ninguna manipulación de variables biológicas, en todo caso se aplicó el consentimiento y asentimiento informado, previo a la aplicación de los instrumentos. Desde la Declaración de Helsinki se preservaron todos los principios para investigaciones en humanos (35).

### Impacto

Construcción del modelo de trabajo del programa *UAM Saludable* a través de un eje articulador como es la cultura saludable. Los ejes estratégicos orientan las líneas de acción que se desarrollan desde el cuidado, la convivencia y la cooperación, dando soporte para la construcción de una cultura saludable articulándose con los ejes transversales de investigación y desarrollo, comunicación y formación. Los ámbitos de desarrollo del programa se dan desde los contextos personal, comunitario y ambiental, donde se incluyen como actores a toda la comunidad universitaria (estudiantes, trabajadores, organizaciones y familias), promoviendo los principios de participación, reciprocidad, empoderamiento y diversidad.

Incorporación del proyecto de *Formación Saludable* por medio de la investigación, docencia y proyección, y dirigido a las acciones de bienestar institucional.

La categoría de Satisfacción con la vida es tenida en cuenta como indicador desde el bienestar individual y colectivo.

Fortalecimiento de estrategias de intervención articuladas desde los diferentes proyectos (*Actívate UAM, Conéctate más Conciencia y Formación Saludable*) con la finalidad de promover el bienestar en toda la comunidad universitaria.

Desde la promoción de la salud se han incorporado acciones desde estilos de vida saludable, cultura del autocuidado y entornos sanos.

### Recomendaciones

#### Dirigidas a actores de la academia.

- Es esencial gestionar adecuadamente el tiempo dedicado al estudio y a las actividades extracurriculares. Para lograrlo, se pueden emplear herramientas

como agendas y listas de tareas, que ayudan a mantener el orden, establecer prioridades y distribuir el tiempo de manera eficiente. En relación con los hábitos de sueño, es fundamental garantizar un descanso adecuado para optimizar el rendimiento académico y el bienestar general. Establecer una rutina de sueño regular es clave para aumentar la productividad.

- En cuanto a la alimentación, es importante mantener una dieta balanceada y nutritiva, evitar el consumo excesivo de comida rápida y optar por alternativas más saludables, además de asegurar una correcta hidratación.
- Incorporar la actividad física de forma regular en la rutina diaria es crucial para mejorar tanto la salud física como mental. Actividades como caminar, correr, practicar deportes o yoga contribuyen también al bienestar mental general. Para gestionar el estrés, que afecta directamente a la calidad de vida y la satisfacción personal, es recomendable aprender técnicas como la meditación, la respiración profunda o el *mindfulness*. Buscar apoyo o compartir las preocupaciones con alguien de confianza, como los servicios de consejería y apoyo emocional de la universidad, o unirse a grupos de estudio, también puede ser beneficioso. En caso necesario, se debe considerar la consulta con profesionales especializados.
- Respecto a las relaciones sociales, es importante lograr un equilibrio entre el trabajo académico y la vida social para evitar el aislamiento. Establecer metas alcanzables a corto y largo plazo, y dividir las tareas grandes en pasos más pequeños puede facilitar su manejo. Asimismo, es útil programar momentos sin dispositivos electrónicos para despejar la mente, limitar el tiempo en redes sociales y reducir las distracciones durante el estudio.
- Para los empleados, las siguientes sugerencias pueden mejorar su calidad de vida y satisfacción, lo que a su vez ayudará a mantener resultados positivos en los informes. Promover la gestión eficiente del tiempo, como establecer prioridades y planificar tareas, es crucial, por lo que es importante proporcionar recursos que ayuden a los empleados a organizar su trabajo. Continuar ofreciendo oportunidades de desarrollo profesional y formación continua también tiene un impacto significativo en su bienestar y satisfacción.
- Es vital crear un entorno de trabajo que promueva la colaboración y el intercambio de conocimientos entre compañeros, ya que el trabajo en equipo reduce los niveles de estrés y mejora la calidad de vida. Además, es importante fortalecer los recursos de apoyo emocional, como programas de asesoramiento o talleres sobre gestión del estrés, y fomentar un ambiente laboral que favorezca la comunicación abierta y el apoyo mutuo.
- En cuanto al entorno físico de trabajo, se debe seguir mejorando los espacios ergonómicos y agradables, ya que son altamente valorados por la comunidad

universitaria. Fomentar pausas activas y descansos es fundamental para prevenir la fatiga y aumentar la productividad. Reconocer y celebrar los logros y contribuciones de los empleados también tiene un impacto positivo en su satisfacción personal. Es esencial establecer canales de comunicación claros y abiertos, y proporcionar información relevante sobre cambios organizativos y expectativas laborales.

- Por último, ofrecer oportunidades para desarrollar habilidades socioemocionales, como la inteligencia emocional y la empatía, que son cruciales en entornos educativos, es otro aspecto importante. Involucrar a los empleados en la toma de decisiones cuando sea posible, y fomentar un sentido de pertenencia y empoderamiento al incluirlos en la planificación y mejora de procesos, son acciones clave para mejorar su calidad de vida y satisfacción.

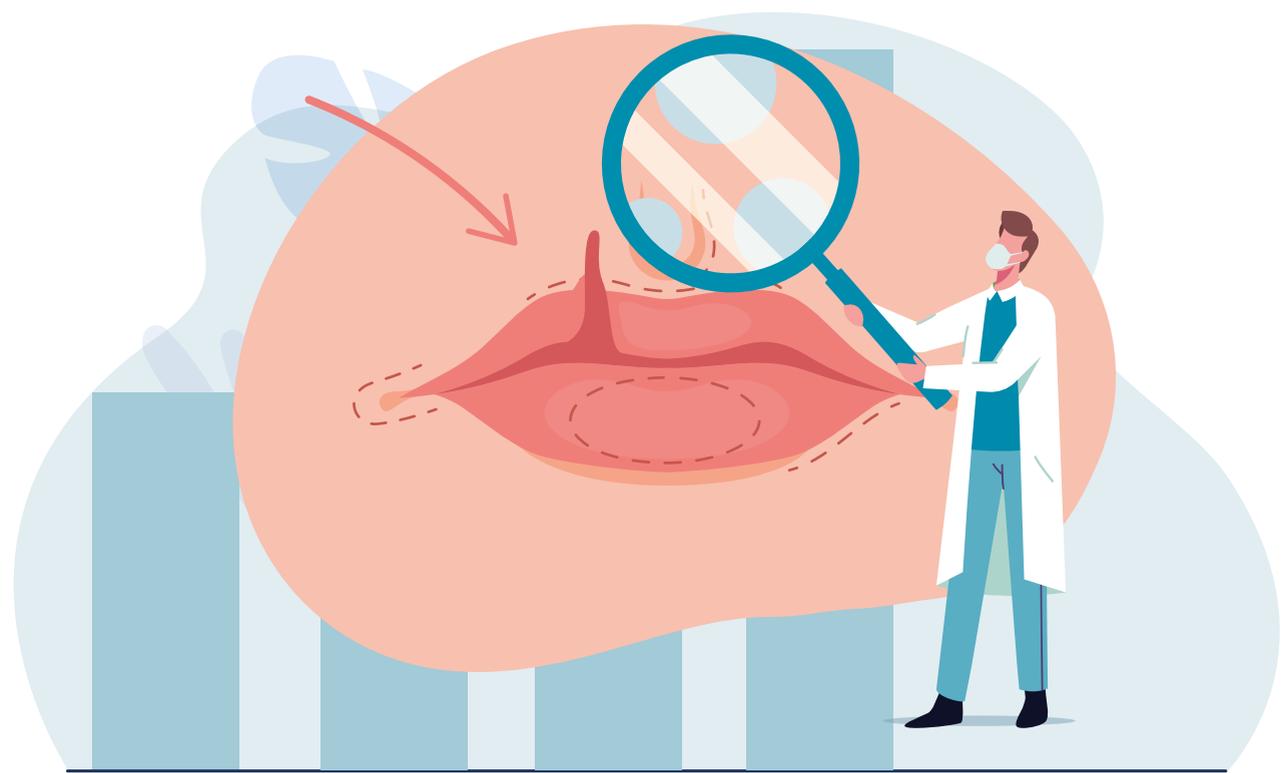
## Referencias

1. Rivas-Espinosa G., Feliciano-León A., Verde-Flota E., Aguilera-Rivera M., Cruz-Rojas L., Correa-Argueta E., et al. Autopercepción de capacidades de autocuidado para prevención de enfermedades crónicas no transmisibles en estudiantes universitarios. *Enfermería Univ* [Internet]. 2019. Jan 25 [citado 2020 Nov 10]; 16(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2019.1.575>
2. Soto M., Failde I. La calidad de vida relacionada con la salud como medida de resultados en pacientes con cardiopatía isquémica. *Rev Soc Esp Dolor* [Internet]. 2004 [citado 2020 Nov 10]; 11(8): 505–14. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134-80462004000800004&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462004000800004&lng=es)
3. Alfonso Urzúa M., Caqueo-Urizar A. Quality of life: A theoretical review. *Ter Psicol* [Internet]. 2012 [citado 2020 Nov 10]; 30(1): 61–71. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-48082012000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48082012000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
4. Durán S., Prieta R., García J. Influencia de la Calidad de Vida en el rendimiento del estudiante universitario. *Calidad, inclusión Soc y bienestar Hum* [Internet]. 2017 [citado 2020 Nov 10]; 22. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/317098368\\_Influencia\\_de\\_la\\_Calidad\\_de\\_Vida\\_en\\_el\\_rendimiento\\_del\\_estudiante\\_universitario](https://www.researchgate.net/publication/317098368_Influencia_de_la_Calidad_de_Vida_en_el_rendimiento_del_estudiante_universitario)
5. Smith K. W., Avis N. E., Assmann SF. Distinguishing between quality of life and health status in quality of life research: A meta-analysis. *Qual Life Res*

- [Internet]. 1999 [citado 2020 Nov 10]; 8(5): 447–59. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10474286/>
6. Urzúa Morales A., Caqueo Urizar A., Beyle C. Procesos cognitivos vinculados al autoreporte de la calidad de vida: El efecto de la comparación en población adulta. *Interciencia* [Internet]. 2018 [citado 2020 Nov 11]; 43(5): 351–7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6436994>
  7. Pinto Aragón E. E., Brito Carrillo C. J., Mendoza Cataño C. L. Equidad económica dimensión de la calidad de vida laboral en la universidad de la Guajira. *Desarro Gerenc* [Internet]. 2017. Jun 2 [citado 2020 Nov 11]; 8(2): 2145–5147. Disponible en: <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/desarrollgerencial/article/view/2566>
  8. Lara N., Saldaña Y., Fernández N., Delgadillo H. Salud, calidad de vida y entorno universitario en estudiantes mexicanos de una universidad pública. *Hacia promoció salud* [Internet]. 2015 [citado 2020 Nov 11]; 20(2): 102. Disponible en: 10.17151/hpsal.2015.20.2.8
  9. Méndez-Giménez A., Cecchini-Estrada J. A., Fernández-Río J., Méndez-Alonso D., Prieto-Saborit J. A. 3 × 2 Achievement Goals, Self-Determined Motivation and Life Satisfaction in Secondary Education. *Rev Psicodidáctica (English ed.)* [Internet]. 2017. Jun 1 [citado 2020 Nov 11]; 22(2): 150–6. Disponible en: <http://www.elsevier.es/en-revista-revista-psicodidactica-english-edition--244-articulo-32-achievement-goals-self-determined-motivation-S2530380517300187>
  10. Moreta Herrera R., Gaibor I., Barrera L. El bienestar psicológico y la satisfacción con la vida como predictores del bienestar social en una muestra de universitarios ecuatorianos. *Salud Soc* [Internet]. 2017. Oct 6 [citado 2020 Nov 11]; 8(2): 172–84. Disponible en: <https://revistas.ucn.cl/index.php/saludysociedad/article/view/1678>
  11. Ekas N. V., Megan M., Pruitt E. M. Hope, social relations, and depressive symptoms in mothers of children with autism spectrum disorder. *Res Autism Spectr Disord*. 2016; 29(30): 8–18.
  12. González-Serrano G., Huéscar E., Moreno-Murcia J. A. Huéscar Hernández E. Satisfacción con la vida y ejercicio físico. *Eur J Hum Mov*. 2013; 30(30): 131–51.
  13. Cejudo E., López-Delgado J., Luz M., Rubio M. J. Inteligencia emocional y resiliencia: su influencia en la satisfacción con la vida en estudiantes universitarios. *Anu Psicol* [Internet]. 2016 [citado 2020 Nov 11]; 46(2): 51–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpsic.2016.07.001>
  14. Badri B., Ragini G., Neerja P. Self-esteem mediates the relationship between mindfulness and well-being. *Pers Individ Dif*. 2016; 94: 96–100.

15. Badri B., Neerja P. Mediating role of resilience in the impact of mindfulness on life satisfaction and affect as indices of subjective well-being. *Personal Individ Differ.* 2016; 93, 63–67.
16. Camargo Lemos D. M., Orozco-Vargas L. C., Niño Cruz G. I. Calidad De Vida En Estudiantes Universitarios. Evaluación De Factores Asociados. *Rev costarric salud pública* [Internet]. 2014 [citado 2020 Nov 11]; 117–23. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v23n2/art04v23n2.pdf>
17. Becerra Heraud S. Universidades saludables: una apuesta a una formación integral del estudiante. *Rev Psicol* [Internet]. 2013. Dec 9 [citado 2020 Nov 11]; 31(2): 287–314. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/psicologia/article/view/7621>
18. OMS. Protocolo de estudio del proyecto de la Organización Mundial de la Salud para desarrollar un instrumento de evaluación de la calidad de vida. *Qual Life Res.* 1993; 2: 153–9.
19. Meléndez J. C., Navarro E., Oliver .A, Tomás J. M., Germes A. O., Manuel J. La satisfacción vital en los mayores. Factores sociodemográficos. *Boletín Psicol.* 2009; (95): 29–42.
20. Cummins R. Objective and subjective quality of life: An interactive model. *Soc Indic Res.* 2000; 52: 55–72.
21. Miranda-Casas A., Presentación-Herrero M., Colomer-Diago C., Roselló B. Satisfacción con la vida de niños con trastorno por déficit de atención/hiperactividad: estudio de posibles factores de riesgo y de protección. *Rev Neurol.* 2011; 52(1): 119–26.
22. Banda Castro A. L., Morales Zamorano M. A. Calidad de vida subjetiva en estudiantes universitarios. *Enseñanza e Investig en Psicol.* 2012; 17(1): 29–43.
23. Meda-Lara R., de Santos-Ávila F., Lara-García B., Verdugo J., Palomera A., Valadez M. Evaluación de la percepción de calidad de vida y el estilo de vida en estudiantes desde el contexto de las Universidades. *Rev Educ y Desarro.* 2008; 8: 5–16.
24. OMS. Ambientes de trabajo saludables: un modelo para la acción. 2010. Disponible en: [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44317/9789243599311\\_spa.pdf](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44317/9789243599311_spa.pdf)
25. Leka S., Griffiths A., Cox T. La organización del trabajo y el estrés. Ginebra: OMS; 2004.
26. Urchaga Litago J. D., Mewenge Ngoie J. P. Satisfacción con la vida en estudiantes de Camerún, su relación con las emociones y con factores familiares y sociales. *Cauriensa.* 2018; 13: 223–41.

27. Vera J., Grubits H., López P., García D. Satisfacción con la vida y afectos positivos en jóvenes universitarios. *Rev Psicol e Saúde*. 2010; 2(1): 24–41.
28. Rittenour C., Colaner C. Finding Female Fulfillment: Intersecting Role-Based and Morality-Based Identities of Motherhood, Feminism, and Generativity as Predictors of Women's Self Satisfaction and Life Satisfaction. *Sex Roles*. 2012; 67: 351–62.
29. Stack-Cutler H. L., Parrila R., Torppa M. Using a Multidimensional Measure of Resilience to Explain Life Satisfaction and Academic Achievement of Adults With Reading Difficulties. *J Learn Disabil*. 2015; 48: 646–57.
30. Flynn D., Macleod S. Determinants of happiness in undergraduate university students. *Coll Stud J*. 2015; 49: 452–60.
31. Ku P., Fox K., Chen L. Leisure-Time Physical Activity, Sedentary Behaviors and Subjective Well-Being in Older Adults: An Eight-Year Longitudinal Research. *Soc Indic Res*. 2016; 127: 1349–61.
32. Granados M. Nuestro proceso de fortalecimiento como universidad saludable. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2007.
33. Universidad de Colima. Propuesta de Modelo Nacional de Universidad Saludable. 2007.
34. Ministerio de Salud y Protección Social (Minsalud). Resolución 8430 de 1993 [Internet]. 1993 [citado 2016 Aug 19]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
35. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki: principios éticos para la investigación médica sobre sujetos humanos [Internet]. 2000. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>



# Tecnologías digitales utilizadas para abordar el tratamiento ortopédico prequirúrgico a los pacientes recién nacidos con labio y paladar hendido: una revisión narrativa

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos en todas las edades.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Conocimiento e innovación para la equidad

---

**Diana Camila Gómez García** | Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial.

*Correo electrónico: dianac.gomezg@autonoma.edu.co*

**Paula Mejía Calderón** | Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial.

*Correo electrónico: paula.mejiac@autonoma.edu.co*

**Juan Pablo Gómez Arango** | Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial.

*Correo electrónico: jgomez@autonoma.edu.co*

**Brenda Yuliana Herrera Serna** | Dra. Ciencias de la Salud.

*Correo electrónico: bherrera@autonoma.edu.co*

■ Grupo de Investigación: **Investigación en Salud Oral -INSAO.** ■

**Palabras clave:** Labio y paladar hendido; ortopedia prequirúrgica; 3D; CAD NAM; recién nacidos; tecnología.

## Problema a resolver

El labio paladar hendido (LPH) constituye alrededor del 13% de todas las anomalías congénitas notificadas. El diagnóstico de hendidura orofacial más común es LPH (46%), seguido de paladar hendido aislado (33%) y labio fisurado aislado (21%), y alrededor del 35% de las hendiduras orofaciales están asociadas con otras formaciones congénitas malignas (Salari *et al.*, 2022). La falta de atención oportuna quirúrgica y ortopédica para los pacientes con LPH en los países de bajos y medianos ingresos contribuye a 38,9 millones de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) evitables por año (Sander *et al.*, 2022). En tales casos, el retraso en la atención agrava los efectos de la condición. Dentro de los inconvenientes asociados con esa falta de atención, se relacionan factores como tiempo en la atención y duración del tratamiento, ya que las citas de ortopedia prequirúrgica neonatal se hacen en la actualidad semanalmente durante los primeros meses de vida antes de la cirugía primaria de labio. Esto implica un gasto económico para familias que, por lo general, tienen pocos recursos, viven lejos y deben pedir permiso en sus trabajos para viajar con su bebé en brazos. A esto se suma el inconveniente para la coordinación de todo un equipo interdisciplinario requerido de especialistas, padres y pacientes.

Se ha demostrado que la mejoría a nivel del paladar, labio y nariz es posible mediante un abordaje interdisciplinario prequirúrgico neonatal reduciendo el número de cirugías logrando mejores resultados, si a esto se suma la aplicación de las tecnologías digitales actuales, se obtendrían grandes beneficios económicos, sociales y psicológicos (Stock *et al.*, 2016). En la actualidad, pese a los avances tecnológicos, se siguen realizando los tratamientos convencionales utilizando dispositivos tipo NAM, con procesos manuales y sin la capacidad de reproducción, con adición de acrílico y remoción en la placa, impresiones con técnicas convencionales en siliconas (polivinil siloxanos) o alginatos (hidrocoloide irreversible), aunque estas presenten riesgos para los bebés, como la obstrucción respiratoria, emesis o fragmentación del material al retirarlo (Lindeborg *et al.*, 2020).

Es un proceso incómodo, sujeto a errores que impliquen repetir la impresión y, además, los modelos de yeso son propensos a fractura por pérdida de propiedades mecánicas, se corre el riesgo de pérdida del modelo y está la necesidad considerable de espacio para su almacenamiento. Dada la importancia que tiene la ortopedia prequirúrgica para el éxito del tratamiento de los niños con LPH, y las ventajas operativas que suponen su aplicación, se propone una revisión narrativa que evalúe la aplicación de la tecnología y su implementación en el tratamiento, aplicando un flujo digital para el paciente con LPH desde su nacimiento hasta la etapa prequirúrgica. Por tanto, la pregunta que se buscó responder con el presente estudio fue: ¿Cuál es la evidencia científica sobre las tecnologías digitales utilizadas para abordar el tratamiento ortopédico prequirúrgico a los pacientes recién nacidos con labio y paladar hendido?

## Contexto del estudio

El labio y paladar hendido (LPH) es la condición congénita más común de cabeza y cuello en todo el mundo, con una prevalencia de 0,5 - 1,6 en 1000 nacidos vivos (Salari *et al.*, 2022). Esta condición afecta las estructuras craneofaciales en su desarrollo y conlleva a una serie de problemas no sólo a nivel funcional, sino estéticos, fonéticos y tiene una inmensa carga a nivel psicosocial. La ortopedia prequirúrgica neonatal (OPN) (Vyas *et al.*, 2020) se ha desarrollado como una especialidad que busca reducir el tamaño del defecto hendido, mejora la alineación de los segmentos alveolares del arco, labios y nariz, lo que conduce a una mejora estética nasolabial que permitirá un procedimiento quirúrgico reparador más fisiológico, estético y favorece la cicatrización posterior. Empezó a desarrollarse desde 1950 y ganó reconocimiento y validez gracias a los hallazgos de Matsuo *et al.*, (1989). Para la OPN es importante y decisivo el manejo dentro de los primeros meses de vida, ya que el cartílago del recién nacido es blando y carece de elasticidad; por lo que permite ser moldeado fácilmente (Tarraf & Ali, 2018), pues los tejidos cartilagosos son suaves y con plasticidad (habilidad de ser moldeados).

Los altos niveles de estrógenos aumentan el nivel de ácido hialurónico en los tejidos, inhibe enlaces de matriz cartilaginosa intracelular y disminuye firmeza de la estructura de la matriz del cartílago intracelular, lo cual hace que los tejidos se ablanden. La plasticidad dura de 3 a 4 meses y es entonces cuando el nivel de estrógenos desciende y el cartílago recupera su firmeza.

Matsuo postuló en 1984 que un alto nivel de estrógeno durante el parto se correlacionaba con un aumento de los niveles de ácido hialurónico, lo que inhibía la unión de la matriz del cartílago intercelular y permitía moldear los cartílagos faciales de los recién nacidos, niveles que disminuyen dentro de los 4 meses posteriores al nacimiento; por lo tanto, es recomendable iniciar la ortopedia prequirúrgica neonatal durante este período temprano (desde el nacimiento hasta los 4 meses de vida) (Matsuo & Hirose, 1991).

El manejo exitoso del LPH requiere una atención especial para tratar los tejidos blandos del labio y la nariz, así como de los tejidos duros del maxilar (Virani *et al.*, 2022), ya que en estos casos se ve afectada la morfología del cartílago nasal, se presenta asimetría de la base alar y la columela; en casos unilaterales de LPH, el cartílago nasal lateral inferior en el lado afectado o de la fisura se rota hacia abajo y hacia adentro, lo que acorta la columela del mismo lado (Abd El-Ghafour *et al.*, 2020). Además, el prolabio parece estirar hacia abajo la columela acortada, ensanchando y distorsionando las fosas nasales, la piel se encuentra retraída, desplazada, y la punta nasal tiene un desplazamiento hacia abajo, lo que genera una proyección deficiente de la punta nasal (Yu *et al.*, 2013).

En algunas circunstancias, la falta de atención oportuna quirúrgica y ortopédica para los pacientes con LPH en los países de bajos y medianos ingresos

contribuye a 38,9 millones de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) evitables por año (Sander *et al.*, 2022). En tales casos, el retraso en la atención aumenta exponencialmente, lo que agrava los efectos de la condición.

Se ha demostrado que la mejoría a nivel del paladar, labio y nariz es posible mediante un abordaje interdisciplinario prequirúrgico que puede requerir un menor número de cirugías, si a esto sumamos la aplicación de las tecnologías digitales actuales, se obtendrán grandes beneficios económicos, sociales y psicológicos (Stock *et al.*, 2016).

Tradicionalmente los dispositivos de moldeado nasolabial como el NAM son utilizados como una estrategia terapéutica aceptada en la terapia de LPH prequirúrgica. Consiste en una placa alveolar en acrílico y un componente nasal, que se elaboraban a partir de impresiones con siliconas (polivinil siloxanos) o alginato (hidrocoloide irreversible) y de los moldes de yeso; todo se hace muy manual. Requiere una curva inmensa de aprendizaje para el clínico y no tiene la capacidad de ser reproducible, lo que limita el éxito en los resultados de todos los pacientes. Los principales inconvenientes del tratamiento enumerados en la literatura se relacionan con el riesgo que suponen estas impresiones para los bebés, como la obstrucción respiratoria, cianosis, emesis o fragmentación del material al retirarlo (Lindeborg *et al.*, 2020). Además de ser incómoda y sujeta a posibles errores que implican repetir la toma de la impresión. Sumado a lo anterior, los modelos de yeso obtenidos, aunque son utilizados universalmente, tienen algunas desventajas, como inestabilidad dimensional, la fractura por pérdida de propiedades mecánicas, la pérdida del modelo y la necesidad considerable de espacio para su almacenamiento (McIntyre & Mossey, 2002); otros inconvenientes son el tiempo del tratamiento y la coordinación de todo el equipo interdisciplinario requerido de especialistas, padres y pacientes.

En la actualidad, las innovaciones tecnológicas han generado una variedad de técnicas para la obtención de imágenes médicas, su procesamiento virtual, diseño, modificación y obtención física a través de impresoras 3D, lo que abriría un mundo de posibilidades para el manejo de los pacientes con LPH tras la digitalización de las estructuras orales y por qué no, faciales; deseando que en un futuro a corto plazo pueda ser aplicable hasta en las poblaciones más vulnerables, ya que es con el desarrollo tecnológico que permita realizar elementos terapéuticos reproducibles que será posible llegar a más pacientes con LPH en el mundo.

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

El presente estudio se consideró sin riesgo, según la Resolución 08430 del Ministerio de Salud de Colombia. Fue aprobado por el Comité de ética, bioética

e integridad científica de la Universidad Autónoma de Manizales, según acta 141 del 9 de noviembre de 2022.

## Impacto

La más importante de las posibles aplicaciones consiste en sensibilizar a los profesionales de salud para que no se limiten a la enfermedad, las discapacidades y los síntomas, y se ocupen también de determinar la manera en que las enfermedades afectan a la población y sobre las intervenciones más adecuadas.

## Recomendaciones

### Dirigidas a actores de la academia

- El desarrollo de la ortopedia prequirúrgica en recién nacidos con labio y paladar hendido se ha apoyado en estudios clínicos de baja calidad, fundamentalmente debido al hecho de que cada clínico utiliza una variación propia del protocolo, haciendo imposible controlar metodológicamente las múltiples variables intervinientes, restando validez a los resultados obtenidos. La digitalización de los procesos de diseño y manufactura de los dispositivos permitiría estandarizar las variables, posibilitando estudios multi-céntricos metodológicamente conformes, con resultados de alto valor y aplicabilidad clínica.

### Dirigidas al grupo poblacional específico de profesionales de la salud.

- El éxito del manejo ortopédico pre-quirúrgico actual en recién nacidos con labio y paladar hendido depende del desarrollo de destrezas por parte del clínico que requieren habilidades individuales y una larga curva de aprendizaje. De esta realidad se deriva el hecho de que a nivel global hay muy pocos clínicos disponibles para tratar la enorme cantidad de pacientes, que en su mayoría viven en zonas rurales. Protocolos digitales de diseño y manufactura de los dispositivos utilizados para tratar los pacientes haría posible soñar con cobertura universal para estos pacientes.

## Referencias

- Abd El-Ghafour, M., Abouhassan, M. A., Fayed, M. M. S., El-Beialy, A. R., Eid, F. H. K., Hegab, S. E. D., El-Gendi, M., & Emara, D. (2020). Effectiveness of a Novel 3D-Printed Nasoalveolar Molding Appliance (D-NAM) on Improving the Maxillary Arch Dimensions in Unilateral Cleft Lip and Palate Infants: A Randomized Controlled Trial. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 57(12), 1370–1381. <https://doi.org/10.1177/1055665620954321>
- Lindeborg, M. M., Shakya, P., Pradhan, B., Rai, S. K., Gurung, K. B., Niroula, S., Rayamajhi, B., Chaudhary, H., Gaire, B., Mahato, N., Rana, L., Rokaya, P., Shrestha, N., Shrestha, R., Tamang, J., Joshi, H. D., Gaha, P., Khorja, D. K., Nakarmi, K. K., ... Shaye, D. A. (2020). A task-shifted speech therapy program for cleft palate patients in rural Nepal: Evaluating impact and associated healthcare barriers. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 134. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110026>
- Matsuo, K., & Hirose, T. (1991). Preoperative non-surgical over-correction of cleft lip nasal deformity. *British Journal of Plastic Surgery*, 44(1), 5–11. [https://doi.org/10.1016/0007-1226\(91\)90168-J](https://doi.org/10.1016/0007-1226(91)90168-J)
- Matsuo, K., Hirose, T., Otagiri, T., & Norose, N. (1989). Repair of Cleft Lip with Nonsurgical Correction of Nasal Deformity in the Early Neonatal Period. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 83(1), 25–31. <https://doi.org/10.1097/00006534-198901000-00006>
- McIntyre, G. T., & Mossey, P. A. (2002). The craniofacial morphology of the parents of children with orofacial clefting: a systematic review of cephalometric studies. *Journal of Orthodontics*, 29(1), 23–29. <https://doi.org/10.1093/ortho/29.1.23>
- Salari, N., Darvishi, N., Heydari, M., Bokaee, S., Darvishi, F., & Mohammadi, M. (2022). Global prevalence of cleft palate, cleft lip and cleft palate and lip: A comprehensive systematic review and meta-analysis. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 123(2), 110–120. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2021.05.008>
- Sander, A. K., Dietrich, L., Kloss-Brandstätter, A., Krause, M., Zimmerer, R., Neuhaus, M., Bartella, A. K., & Lethaus, B. (2022). The Cleft-screen-questionnaire (CSQ) – A validated screening instrument for health-related quality of life in cleft patients. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*, 75(9), 3429–3435. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2022.04.040>
- Stock, N. M., Feragen, K. B., & Rumsey, N. (2016). Adults' Narratives of Growing up With a Cleft Lip and/or Palate: Factors Associated With Psychological Adjustment. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal : Official Publication of the*

- American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 53(2), 222–239. <https://doi.org/10.1597/14-269>
- Tarraf, N. E., & Ali, D. M. (2018). Present and the future of digital orthodontics. *Seminars in Orthodontics*, 24(4), 376–385. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2018.10.002>
- Virani, F. R., Chua, E. C., Timbang, M. R., Hsieh, T. Y., & Senders, C. W. (2022). Three-Dimensional Printing in Cleft Care: A Systematic Review. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal: Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 59(4), 484–496. <https://doi.org/10.1177/10556656211013175>
- Vyas, T., Gupta, P., Kumar, S., Gupta, R., Gupta, T., & Singh, H. P. (2020). Cleft of lip and palate: A review. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 9(6), 2621–2625.
- Yu, Q., Gong, X., & Shen, G. (2013). CAD presurgical nasoalveolar molding effects on the maxillary morphology in infants with UCLP. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 116(4), 418–426. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2013.06.032>



# Enseñanza de los trastornos respiratorios del sueño y de los dispositivos de avance mandibular en programas de odontología de pre y posgrado en Latinoamérica

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos en todas las edades.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Conocimiento e innovación para la equidad

---

**Juan Alberto Aristizábal Hoyos** | Odontólogo especialista en Rehabilitación Oral.

*Correo electrónico: jaristi@autonoma.edu.co*

**Olga Patricia López Soto** | Odontóloga. Magíster en epidemiología Clínica.

*Correo electrónico: sonrie@autonoma.edu.co*

**Vanessa Pulgarín Vasco** | Odontóloga residente de la especialización en Rehabilitación Oral de la UAM.

*Correo electrónico: vanessa.pulgarinv@autonoma.edu.co*

**Yenny Paola Montoya Zuluaga** | Odontóloga residente de la especialización en Rehabilitación Oral de la UAM.

*Correo electrónico: yennyp.montoyaz@autonoma.edu.co*

■ Grupo de Investigación: **Grupo de investigación en Salud Oral -INSAO.** ■

**Palabras clave:** Apnea obstructiva del sueño, Férulas oclusales, Presión Positiva Continua de las Vías Aéreas, Medicina dental del sueño, Currículo.

## Problema a resolver

La apnea obstructiva del sueño (AOS) se define como un trastorno del sueño en el que una persona deja de respirar transitoriamente mientras duerme. El ronquido es un síntoma reconocible de AOS en estos pacientes (Park, Ramar & Olson, 2011). La AOS se caracteriza por episodios recurrentes de obstrucción parcial o completa de las vías respiratorias a nivel faríngeo, lo que resulta en una hipoxia intermitente. La AOS se manifiesta como un cambio en los patrones normales de sueño que incluye ronquidos rutinarios, dificultades para dormir, sueño agitado, cambios posturales frecuentes, despertares múltiples y fragmentación del sueño (Jo *et al.*, 2020).

La AOS ha sido reconocida como un problema serio de salud pública, debido a la mortalidad producida por somnolencia en accidentes de tránsito, al aumento en el riesgo de enfermedad cardiovascular y a la incapacidad laboral (Rakel, 2009), impactando sobre la calidad de vida de quien la padece (Llana Belloch, Pérez Soriano & Lledó Figueres, 2010).

La medicina dental del sueño está evolucionando como una parte importante de la práctica odontológica. La cantidad de educación fundamental en trastornos del sueño en el plan de estudios de odontología aún es cuestionable. La alta prevalencia y la gravedad de las consecuencias de los trastornos del sueño justifica la inclusión del tema relacionado con las alteraciones respiratorias del sueño en los planes de estudio de los programas de odontología, lo que se constituiría en un desafío para el sistema educativo en todos los niveles (Talaat, AlRozzi & Kawas, 2016). Desde hace años, ha sido preocupación de diversos investigadores los temas relacionados con la medicina dental del sueño y más específicamente los trastornos respiratorios del sueño, incluyendo uno de los más importantes como es la Apnea Obstructiva del Sueño (AOS). Una de las preocupaciones tiene que ver con la enseñanza que imparten las facultades y programas de odontología en tales temas.

Un odontólogo debe estar familiarizado con los signos y síntomas de la AOS, y debe realizar una historia clínica completa intra y extraoral, debe aplicar cuestionarios básicos que predicen los trastornos respiratorios del sueño y comprender el papel de las condiciones comórbidas relacionadas. Un diagnóstico y manejo oportuno de la AOS puede evitar los posibles efectos negativos a largo plazo en la salud del paciente (Ivanhoe *et al.*, 2003). Para lograr un estándar de competencia en la detección, diagnóstico y tratamiento de los trastornos del sueño, la enseñanza de las alteraciones respiratorias del sueño, como el ronquido y la AOS deben estar incluidos en el plan de estudios de odontología general y especializada y no sólo limitarse a conferencias y reuniones académicas eventuales (Talaat *et al.*, 2016). El propósito de este estudio será evaluar la educación odontológica a nivel de pre y posgrados en las universidades de América Latina y el Caribe.

Pregunta de investigación: ¿Qué caracteriza la enseñanza de los trastornos respiratorios del sueño y de los Dispositivos de Avance Mandibular en los programas de pre y postgrado en Latinoamérica?

## Contexto del estudio

Desde hace unos años, ha tomado interés en la profesión odontológica indagar por la enseñanza que imparten las facultades y programas de odontología sobre los trastornos respiratorios del sueño, incluida la apnea obstructiva del sueño.

En 2012, Ivanhoe *et al.*, (2003) realizaron un estudio que tuvo como objetivo revisar brevemente el ronquido y la AOS, la gravedad del problema, las razones que justificaron la inclusión de la condición en las historias clínicas y la justificación científica respaldada por la literatura que convenció a la facultad de la seguridad y oportunidad de apoyar cambios curriculares específicos. También Simmons & Pullinger (2012) publicaron un estudio donde evaluaron la educación dental predoctoral actual en el campo de la somnología con la hipótesis de que se están dedicando más horas curriculares a trastornos del sueño, pero que aún faltan competencias.

En Australia y Nueva Zelanda, Balasubramaniam, Pullinger & Simmons (2014) publicaron un estudio donde buscaron evaluar el estado actual de la educación en trastornos del sueño para estudiantes predoctorales de odontología. Encontraron que la educación actual en medicina del sueño en las facultades de odontología de Australia y Nueva Zelanda todavía parece estar en un nivel inadecuado para la competencia en la detección de trastornos respiratorios relacionados con el sueño; también parece ser una base mínima para participar como futuro odontólogo miembro del equipo de medicina del sueño, que con una mayor capacitación posterior a la graduación puede incluir la terapia con aparatos orales para los trastornos respiratorios del sueño cuando sea apropiado.

Asimismo, Talaat *et al.* (2016) realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la educación dental de pregrado en medicina del sueño en las universidades de Medio Oriente, así como el conocimiento de los estudiantes en este campo. El promedio total de horas dedicadas a la enseñanza de la medicina del sueño en las facultades de odontología que respondieron fue de 1,2 horas. En el segundo cuestionario, el 29,2% de los encuestados estaba en el grupo de puntuación alta, mientras que el 70,8% puntuó bajo en el conocimiento de los trastornos respiratorios relacionados con el sueño. Como conclusión, los estudiantes de odontología en las universidades de Medio Oriente reciben un bajo nivel de educación en medicina del sueño, lo que resulta en un escaso conocimiento en este campo.

También, Manzotti *et al.*, en 2020 evaluaron el manejo de la apnea del sueño y los trastornos del ronquido en educación avanzada de programas en prostodoncia en los Estados Unidos. Obtuvieron que los programas parecen ser conscientes entre sí con respecto a las diferentes modalidades de tratamientos para los trastornos respiratorios del sueño. Los resultados indican que los pacientes no son suficientemente evaluados para recibir un tratamiento para los trastornos del sueño. Dada la importancia del tema, Herrero Babiloni *et al.* (2020) realizaron un estudio donde buscaban resaltar la relevancia de la medicina dental del sueño en el contexto de la educación y discutir el contenido educativo potencial para la integración en el plan de estudios de odontología con un enfoque en AOS, una condición que aún no está integrada en muchos programas de formación en todo el mundo. En conclusión, el futuro de la medicina dental del sueño depende de la capacidad para incorporar en el currículo académico de la facultad de odontología. Los odontólogos necesitan más conocimiento y educación sobre la AOS, ya que pueden desempeñar un papel importante en la detección y el manejo de esta condición cuando amenaza la vida o cuando una emergencia así se indique, con el fin de reducir sus riesgos y mejorar el bienestar de los pacientes.

En otro trabajo, Leigh *et al.* (2021) concuerdan en que, aunque el conocimiento de los trastornos respiratorios relacionados con el sueño por parte de los odontólogos fue mejor de lo previsto, sintieron claramente la necesidad de mayor información y formación. Existen argumentos convincentes para incluir este tema en el plan de estudios de odontología de pregrado.

François *et al.*, en 2024 concluyeron que la enseñanza de la medicina del sueño en las escuelas de odontología francesas presentaba un volumen medio por hora relativamente alto, esa enseñanza parecía no estandarizada, heterogénea y a menudo lagunar. Deducen además que es esencial desarrollar un plan de estudios común e implementarlo en todas las facultades de odontología para brindar a los estudiantes universitarios una enseñanza integral y actualizada en medicina dental del sueño.

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

Este proyecto cumplió con la norma 8430 que rige la investigación en salud en el territorio colombiano. Se solicitó y se obtuvo autorización al Comité de bioética e Integridad científica de la Universidad Autónoma de Manizales.

## Impacto

El aporte del presente trabajo es ampliar el cuerpo del conocimiento en cuanto a los contenidos curriculares de las facultades y programas de odontología de América Latina acerca del abordaje de un tema trascendental para la mejor salud de la población como son los trastornos respiratorios del sueño y del uso de los dispositivos de avance mandibular para su tratamiento. A partir de este trabajo se puede iniciar una reflexión curricular acerca de si el tiempo y la calidad de los contenidos dedicados a estos temas son suficientes para que el odontólogo o los especialistas clínicos puedan hacer parte activa de los grupos interdisciplinarios para el diagnóstico y tratamiento de los trastornos respiratorios del sueño, la AOS y de los DAM.

## Recomendaciones

### Dirigidas a la academia

- Los centros de educación superior de América Latina que en sus programas tengan odontología y especializaciones clínicas en Odontología; a la empresa: existen grandes empresas a nivel dental que producen y distribuyen dispositivos de avance mandibular para el control del ronquido; al Estado: en los equipos multidisciplinarios de salud, en caso de contar con odontólogos o especialistas clínicos capacitados en identificación de factores de riesgo para trastornos respiratorios del sueño y en uso de dispositivos de avance mandibular; y como grupo poblacional específico: Odontólogos y especialistas clínicos en odontología
- Aunque cada vez es mayor el grado de especialización que tienen los programas de odontología en el campo dental, es necesario un replanteamiento para dar una mirada mayor a los problemas médicos en los que el papel del odontólogo es muy importante. Conociendo la prevalencia y las graves consecuencias para la salud humana de los trastornos respiratorios del sueño, y más específicamente de la Apnea Obstructiva del sueño, se destaca la profesión odontológica como clave en la identificación de ciertos factores de riesgo, que permitan un diagnóstico precoz de la enfermedad. Pueden los odontólogos participar en los equipos multidisciplinarios para su tratamiento contribuyendo con la elaboración, colocación y control de los Dispositivos de Avance Mandibular.
- Los resultados del presente estudio indican la necesidad de continuar explorando el tipo de formación que se está dando a los odontólogos de América Latina y el Caribe con los conocimientos básicos sobre AOS y las

características clínicas para identificar a los pacientes en riesgo, ya que como se ha mencionado los odontólogos pueden desempeñar un papel importante en el diagnóstico temprano del paciente con riesgo de presentar AOS y en su tratamiento. Es crucial que la comunidad odontológica participe en los programas educativos, la investigación y el tratamiento de este grave problema de salud.

- Se necesita entonces una iniciativa de alerta educativa, que se centre en educar y capacitar a todos los odontólogos para evaluar el riesgo de AOS en sus pacientes dentales y mejorar la calidad de vida relacionada. También se requiere una intervención urgente para educar a los odontólogos sobre los protocolos de remisión existentes.
- Las empresas dentales que fabrican y distribuyen dispositivos de avance mandibular deben ayudar a promover la enseñanza de los trastornos respiratorios del sueño entre el personal de odontólogos y especialistas clínicos y así convertir los DAM en una alternativa real a otro tipo de tratamiento como los son los CPap.
- Los odontólogos y especialistas clínicos deben hacer conciencia que, involucrando los temas de trastornos respiratorios del sueño y los aparatos orales para su tratamiento, no sólo les aumentaría sus posibilidades laborales, sino que contribuirían a mejorar las condiciones de salud de la población.

## Referencias

- Balasubramaniam, Ramesh, Andrew Pullinger, and; Michael Simmons. 2014. "Sleep Medicine Education at Dental Schools in Australia and New Zealand." *Journal of Dental Sleep Medicine* 1(1).
- François, Cindy, Isabelle Bonafé, Maria Clotilde Carra, Caroline Bertrand, Jean-Arthur Micoulaud-Franchi, and Emmanuel d'Incau. 2024. "Dental Sleep Medicine Education among Undergraduate Dental Students in France." *European Journal of Dental Education: Official Journal of the Association for Dental Education in Europe* 28(1):148–53.
- Herrero Babiloni, Alberto, Gabrielle Beetz, Cibele Dal Fabbro, Marc O. Martel, Nelly Huynh, Jean François Masse, Barry Sessle, and Gilles J. Lavigne. 2020. "Dental Sleep Medicine: Time to Incorporate Sleep Apnoea Education in the Dental Curriculum." *European Journal of Dental Education: Official Journal of the Association for Dental Education in Europe* 24(3):605–10.

- Ivanhoe, John R., Kevin B. Frazier, Gregory R. Parr, and Van B. Haywood. 2003. "The Teaching and Treatment of Upper Airway Sleep Disorders in North American Dental Schools." *Journal of Prosthetic Dentistry* 89(3):292–96.
- Jo, Jung Hwan, Ji Rak Kim, Moon Jong Kim, Jin Woo Chung, and Ji Woon Park. 2020. "Quality and Readability of Online Information on Dental Treatment for Snoring and Obstructive Sleep Apnea." *International Journal of Medical Informatics* 133.
- Leigh, Charlotte, Maurice Faigenblum, Peter Fine, Robert Blizard, and Albert Leung. 2021. "General Dental Practitioners' Knowledge and Opinions of Snoring and Sleep-Related Breathing Disorders." *British Dental Journal* 231(9):569.
- Llana Belloch, S., P. Pérez Soriano, and E. Lledó Figueres. 2010. "La Epidemiología Del Fútbol: Una Revisión Sistemática." *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte* 10(37):22–40.
- Manzotti, Anna, Christine Roenitz, Judy Chia-Chun Yuan, Cortino Sukotjo, Isabella da Silva Vieira Marques, Maria F. Alfaro, and Alvin G. Wee. 2020. "Status of Sleep Apnea and Snoring Disorder Curriculum in U.S. Advanced Education Prosthodontic Programs." *Journal of Prosthodontics : Official Journal of the American College of Prosthodontists* 29(8):656–59.
- Park, John G., Kannan Ramar, and Eric J. Olson. 2011. "Updates on Definition, Consequences, and Management of Obstructive Sleep Apnea." *Mayo Clinic Proceedings* 86(6):549–55.
- Rakel, Robert E. 2009. "Clinical and Societal Consequences of Obstructive Sleep Apnea and Excessive Daytime Sleepiness." *Postgraduate Medicine* 121(1):86–95.
- Simmons, Michael Scott, and Andrew Pullinger. 2012. "Education in Sleep Disorders in US Dental Schools DDS Programs." *Sleep & Breathing = Schlaf & Atmung* 16(2):383–92.
- Talaat, Wael, Balsam AlRozzi, and Sausan Al Kawas. 2016. "Sleep Medicine Education and Knowledge among Undergraduate Dental Students in Middle East Universities." *Cranio : The Journal of Craniomandibular Practice* 34(3):163–68.



# Efectividad de la exodoncia de caninos primarios en el tratamiento de los caninos permanentes impactados desplazados por vestibular y palatino: una revisión sistemática

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos en todas las edades.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Conocimiento e innovación para la equidad

---

**Olga Patricia López Soto** | Odontóloga.

*Correo electrónico: [sonrie@autonoma.edu.co](mailto:sonrie@autonoma.edu.co)*

**Jackeline Mullet Vásquez** | Ortodoncista.

*Correo electrónico: [jmulett@autonoma.edu.co](mailto:jmulett@autonoma.edu.co)*

**Diego Andrés Hincapié Herrera** | Residente Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial.

*Correo electrónico: [diegoa.hincapieh@autonoma.edu.co](mailto:diegoa.hincapieh@autonoma.edu.co)*

**Lina María Montes Rincón** | Residente Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial.

*Correo electrónico: [linam.montesr@autonoma.edu.co](mailto:linam.montesr@autonoma.edu.co)*

■ Grupo de Investigación: **INSAO**. ■

**Palabras clave:** *diente impactado, diente retenido, diente canino, ortodoncia, ortodoncia interceptiva.*

## Problema a resolver

Los caninos permanentes impactados son uno de los retos que frecuentemente enfrenta el ortodoncista, ya que, en muchos casos, determina la orientación del tratamiento general (Shapira & Kuftinec, 1998). Actualmente, no hay un consenso claro acerca de si la exodoncia por sí sola del canino temporal es efectiva en el tratamiento de los caninos permanentes impactados desplazados por vestibular y/o palatino, y está abierto el debate sobre si este procedimiento debe ir acompañado de otros tratamientos interoceptivos y/o correctivos (A Becker, 2012; Ericson & Kuroi, 1988a; Journal, 2005).

La impactación de los caninos es una anomalía que afecta entre el 2 y el 4% de la población que asiste a las consultas de ortodoncia o cirugía oral y maxilofacial (Peck, Peck & Kataja, 1994). Lo primero que se propone para prevenir la impactación de un canino permanente es la extracción del canino deciduo, con la expectativa de que esto facilite la mejora en la posición del canino permanente (Baccetti, Leonardi & Armi, 2008; Ericson & Kuroi, 1988b; Olive, 2002). El tratamiento de un canino impactado también puede incluir un abordaje quirúrgico para extraer el diente o para realizar un movimiento de ortodoncia con el fin de corregir la posición. Estos procedimientos ofrecen una alta tasa de éxito, pero pueden implicar un tiempo y un costo financiero considerable. Todos los tratamientos mencionados conllevan un riesgo de recesión gingival, pérdida ósea y desprendimiento de la encía alrededor del canino tratado, especialmente si no se tiene cuidado para asegurar que el canino erupcione o se coloque en la mucosa queratinizada (Cooke & Wang, 2006).

Dado que las intervenciones para tratar caninos impactados a menudo representan la primera experiencia de tratamiento dental en jóvenes; por ello, es fundamental investigar la efectividad de dichas intervenciones tempranas, como la exodoncia del canino temporal. Esto permitirá a los ortodoncistas evaluar la conveniencia de estas intervenciones para evitar tratamientos quirúrgicos más invasivos. El objetivo de este proyecto fue revisar sistemáticamente la literatura científica disponible sobre la efectividad de la exodoncia de caninos primarios en el manejo de los caninos permanentes impactados, ya sea desplazados hacia vestibular o palatino.

## Contexto del estudio

Los caninos temporales son dientes fundamentales en la cavidad oral que permiten establecer la guía incisiva y ayudan en el progreso de la fonación (Kajan, Sigaroudi, Nasab, Shafiee & Nemati, 2014). Su desarrollo comienza en los bebés entre los 4 y 5 meses, en lo alto del maxilar y lateral a la fosa piriforme, y es el diente con el trayecto de erupción más largo de todos, a 22 mm del plano

oclusal. La calcificación de la corona comienza al año entre las raíces del primer molar temporal y finaliza entre los 5 y 6 años (Counihan, Al-Awadhi & Butler, 2013b).

La pérdida prematura de los dientes anteriores primarios, especialmente de los caninos temporales antes de los 10 años, puede afectar la fonación de los niños, causando distorsiones en el habla. Además, esta pérdida puede provocar la reducción del espacio en el arco dental primario, impidiendo la erupción de los dientes permanentes sucesores o causando su malposición durante la erupción en la cavidad oral (Nadelman *et al.*, 2020).

Las causas más comunes de la impactación del canino suelen ser localizadas y ocurren como resultado de uno o una combinación de los siguientes factores (Sajani & King, 2012): discrepancia de tamaño dental / longitud de arco, retención prolongada o pérdida temprana del canino primario, posición anormal del brote dental y el largo camino de erupción, presencia de una fisura alveolar, anquilosis, disturbio folicular y formación de quistes o neoplasias, dilaceración de la raíz o trauma, y factores idiopáticos que incluyen falla primaria de erupción (Adrian Becker & Chaushu, 2015).

Los ortodoncistas deben monitorear la erupción del canino permanente antes de los 10 años, en concordancia con los lineamientos para un diagnóstico adecuado. Si se observa que el canino corre el riesgo de impactarse en el maxilar, los protocolos clínicos sugeridos incluyen múltiples enfoques terapéuticos y manejos clínicos, que van desde tratamientos ortodónticos no quirúrgicos hasta procedimientos que requieren la colaboración de otras especialidades odontológicas (Alqahtani, 2021).

La extracción interceptiva de caninos primarios es la variable más importante para la erupción de caninos desplazados por vestibular o por palatino. La extracción interceptiva tiene un mejor resultado si se realiza particularmente durante la etapa prepuberal de maduración del esqueleto y cuando la raíz del canino desplazado aún se está desarrollando (Counihan, Al-Awadhi & Butler, 2013a)

El enfoque de doble extracción (canino y primer molar primario) parece ser un método razonable que intenta aumentar el paralelismo entre las raíces de los premolares y los incisivos laterales adyacentes. Otros procedimientos quirúrgicos pueden realizarse para la erupción del canino permanente, en casos donde la exodoncia del canino temporal no lleve a buen término la erupción del diente sucedáneo y estos comprenden (Radi Londoño & Villegas Acosta, 2002) una ventana quirúrgica vestibular o palatina. Estos procedimientos requerirán de más tiempo y más costos que una aparatología ortodóntica u ortopédica convencional.

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

La investigación recibió autorización del Comité de Ética, Bioética e Integridad Científica de la UAM. La revisión sistemática fue registrada en la plataforma PROSPERO, para garantizar la transparencia del proceso y prevenir el sesgo de publicación selectiva. El protocolo de la revisión se definió incluyendo los criterios de inclusión y exclusión, las bases de datos a ser exploradas y los métodos de análisis con el fin de evitar sesgos durante la selección y evaluación de los estudios.

## Impacto

El impacto principal de esta investigación es la mejora del conocimiento sobre la efectividad de tratamientos interceptivos en caninos impactados, proporcionando información que puede guiar a los ortodontistas hacia enfoques más integrales y basados en la evidencia para evitar procedimientos más invasivos en el futuro. Este impacto radicó en los siguientes aspectos clave:

*Validación de la exodoncia del canino temporal:* la investigación confirma que la exodoncia de los caninos temporales es una intervención efectiva para favorecer la erupción espontánea y en la posición correcta de los caninos permanentes, lo que valida su uso como una opción interceptiva inicial.

*Identificación de la necesidad de tratamientos complementarios:* la revisión destaca que la exodoncia por sí sola puede no ser suficiente en todos los casos, señalando la importancia de considerar tratamientos complementarios como la expansión rápida del maxilar o el casco de tracción cervical para mejorar los resultados en la erupción de caninos permanentes impactados.

*Prevención de complicaciones ortodónticas:* la investigación muestra que intervenciones como la expansión rápida del maxilar o el casco de tracción cervical pueden prevenir la pérdida de espacio y la migración mesial de los molares, lo que impacta positivamente en la estabilidad del tratamiento a largo plazo.

## Recomendaciones

### Dirigidas a actores de la academia y la empresa, pero en particular al grupo poblacional de ortodoncistas.

- Se recomienda el tratamiento interceptivo, ya que es el ideal para los caninos permanentes impactados, ya sea en posición vestibular o palatina, pero depende de su ubicación, pronóstico y la gravedad de la impactación, factores que se determinan mediante ayudas diagnósticas como radiografías periapicales, panorámicas y tomografías. Estas pruebas permiten identificar con precisión la ubicación del canino impactado y evaluar los elementos que influyen en el éxito de su reposicionamiento.
- El tratamiento interceptivo puede incluir desde la extracción de dientes temporales, como el canino y el primer molar deciduos, para evitar el desplazamiento del canino hacia el paladar o la vestibular, hasta el uso de aparatología ortopédica intraoral y extraoral, como la barra transpalatina, la expansión rápida del maxilar y el casco de tracción cervical.
- Es fundamental individualizar cada caso, ya que algunos pacientes podrían requerir tratamiento ortodóntico complementario para mejorar la posición del canino permanente y de los dientes adyacentes, asegurando así una oclusión estable y funcional a largo plazo.

## Referencias

- Alqahtani, H. (2021). Management of maxillary impacted canines: A prospective study of orthodontists' preferences. *Saudi Pharmaceutical Journal: SPJ: The Official Publication of the Saudi Pharmaceutical Society*, 29, 384–390.
- Baccetti, T., Leonardi, M., & Armi, P. (2008). A randomized clinical study of two interceptive approaches to palatally displaced canines. *European Journal of Orthodontics*, 30, 381–385.
- Becker, A. (2012). *The orthodontic treatment of impacted teeth*. Retrieved from [https://www.ajodo.org/article/So889-5406\(07\)01308-X/abstract](https://www.ajodo.org/article/So889-5406(07)01308-X/abstract)
- Becker, Adrian, & Chaushu, S. (2015). Etiology of maxillary canine impaction: a review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 148, 557–567.
- Cooke, J., & Wang, H.-L. (2006). Canine impactions: incidence and management. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 26, 483–491.

- Counihan, K., Al-Awadhi, E. A., & Butler, J. (2013a). Guidelines for the assessment of the impacted maxillary canine. *Dental Update*, 40, 770–777.
- Counihan, K., Al-Awadhi, E., & Butler, J. (2013b). Guidelines for the Assessment of the Impacted Maxillary Canine. *Dental Update*, 40, 770–777.
- Ericson, S., & Kuroi, J. (1988a). Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines. *The European Journal of Orthodontics*, 10, 283–295.
- Ericson, S., & Kuroi, J. (1988b). Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines. *European Journal of Orthodontics*, 10, 283–295.
- journal, R. O.-A. orthodontic, & 2005, undefined. (n.d.). Factors influencing the non-surgical eruption of palatally impacted canines. *Search. Informit. OrgRJ OliveAustralian Orthodontic Journal*, 2005•search.Informit. Org. Retrieved from <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.962620691091198>
- Kajan, Z., Sigaroudi, A., Nasab, N., Shafiee, Z., & Nemati, S. (2014). Evaluation of diagnostically difficult impacted maxillary canines in orthodontic patients and its effect on the root of adjacent teeth using cone beam computed tomography. *Journal of Oral and Maxillofacial Radiology*, 2, 2.
- Nadelman, P., Bedran, N., Magno, M. B., Masterson, D., de Castro, A. C. R., & Maia, L. C. (2020). Premature loss of primary anterior teeth and its consequences to primary dental arch and speech pattern: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 30, 687–712.
- Olive, R. (2002). Orthodontic treatment of palatally impacted maxillary canines. *Aust Orthod J.*, 18, 64–70.
- Peck, S., Peck, L., & Kataja, M. (1994). The palatally displaced canine as a dental anomaly of genetic origin. *Angle Orthodontist*, Vol. 64, pp. 249–256. Angle Orthod.
- Radi Londoño, J., & Villegas Acosta, F. A. (2002). Protocolo quirúrgico para el manejo interdisciplinario de caninos retenidos en el maxilar superior. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 13, 10–20.
- Sajnani, A. K., & King, N. M. (2012). The sequential hypothesis of impaction of maxillary canine - A hypothesis based on clinical and radiographic findings. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 40. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2012.02.004>
- Shapira, Y., & Kuftepec, M. M. (1998). Early diagnosis and interception of potential maxillary canine impaction. *Journal of the American Dental Association*, 129, 1450–1454.



# Efecto de la terapia acuática Halliwick y un programa homólogo en tierra, sobre el control postural en niños con parálisis cerebral de 5 a 15 años

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos en todas las edades.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Conocimiento e innovación para la equidad.

---

**Yuli Jimena Orejuela Holguín** | Fisioterapeuta. Maestrante en Neurorrehabilitación.

*Correo electrónico: yulij.orejuelah@autonoma.edu.co*

**Jessica Johana Maya Álvarez** | Fisioterapeuta. Maestrante en Neurorrehabilitación.

*Correo electrónico: jessicaj.mayaa@autonoma.edu.co*

**Juana Valentina Azuero Losada** | Fisioterapeuta. Maestrante en Neurorrehabilitación.

*Correo electrónico: juanav.azuerol@autonoma.edu.co*

**Julio Ernesto Pérez Parra** | Fisioterapeuta. Maestría en Neurorrehabilitación. Doctor en Ciencias Cognitivas.

*Correo electrónico: jeperez@autonoma.edu.co*

■ Grupo de Investigación: **Cuerpo Movimiento UAM.** ■

**Palabras clave:** parálisis cerebral; equilibrio postural; terapia acuática; terapia por ejercicio; actividad motora.

## Problema a resolver

El presente estudio buscó determinar el efecto de la Terapia Acuática Halliwick y un programa homólogo en tierra, sobre el control postural en niños con parálisis cerebral de 5 a 15 años. Esto con el fin de establecer si los resultados publicados sobre la efectividad de la terapia en agua (Gajić Jokić & Mraković B, 2020), se deben a las secuencias de ejercicios terapéuticos propuestas en Halliwick o a los principios científicos de la mecánica de los fluidos y las propiedades del agua (Mogollón-Méndez, 2005), o a la combinación de ambos. Para ello, se comparó con un programa homólogo de ejercicios terapéuticos en tierra basado en los diez puntos del protocolo en agua (Lambeck & Gamper, 2011), el cual fue diseñado por los investigadores.

Así pues, se compararon las medidas de equilibrio y función motora gruesa (caminar, correr y saltar), antes y después de aplicar cada una de las intervenciones (análisis intramuestrales), y se compararon las medidas de cambio entre las dos intervenciones (análisis intermuestrales). También se analizó el efecto de la aplicación de ambas intervenciones administradas secuencialmente, no superpuestas (análisis de medidas repetidas).

## Contexto del estudio

Se realizó un ensayo clínico controlado con diseño cruzado. Participaron 17 niños en niveles funcionales I, II y III, según el Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS), los cuales recibieron ambas intervenciones: terapia acuática Halliwick y un programa homólogo en tierra. Con esto se determinó, por un lado, el efecto que tiene sobre el control postural las propiedades de la terapia en agua, como la flotabilidad, turbulencia, oleaje y efectos metacéntricos, y, por otro lado, la fuerza gravitacional.

Halliwick es un concepto que, según sus autores, facilita el proceso de aprendizaje de patrones de postura, movimiento y función (Jorgic *et al.*, 2012). El control postural se asume como un sistema complejo en el que intervienen factores internos y externos para el logro de la estabilización del centro de masa del cuerpo sobre su base de apoyo (Horak, 2006). Este se evaluó desde dos dimensiones: el equilibrio y la función motora gruesa en sus componentes de marcha, carrera y salto. Para ello, se aplicaron la Escala de Berg Pediátrica y los ítems de la dimensión E del Gross Motor Function Measure (GMFM 88).

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

La investigación fue aprobada por el Comité de Bioética de la Universidad Autónoma de Manizales, Colombia, como consta en el acta 150 de mayo 10 de 2023, y fue declarada como de riesgo mayor al mínimo. Se siguieron los lineamientos de la Declaración de Helsinki para investigación médica en seres humanos y la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud Colombiano por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado.

## Impacto

Esta investigación aporta al constructo de la neurorrehabilitación, especialmente referidos a los procesos neurofisioterapéuticos de niños con parálisis cerebral. Validó el protocolo de terapia acuática Halliwick y, sobre todo, diseñó un programa homólogo en tierra que, en combinación, produjeron óptimos resultados en la mejoría del equilibrio y función motora gruesa. Fortalece la línea de investigación de “funcionamiento y discapacidad en la perspectiva de la salud” de la Comunidad Cuerpo Movimiento de la UAM. Robustece los seminarios terapéuticos, evaluación neurológica funcional y fundamentos de la rehabilitación en el pregrado de Fisioterapia y los posgrados de Neurorrehabilitación.

## Recomendaciones

Dirigidas a profesionales de la neurorrehabilitación, particularmente fisioterapeutas.

- Se recomienda la implementación de programas de terapia combinada que alternen entre intervenciones en tierra y en agua. La evidencia sugiere que, aunque la terapia en tierra mostró una mejora más significativa en la función motora gruesa, la terapia acuática también proporcionó beneficios notables en el equilibrio. Un programa mixto puede aprovechar los beneficios de ambos entornos, promoviendo una mejora integral en las habilidades motoras de los niños con parálisis cerebral con GMFCS I, II y III.

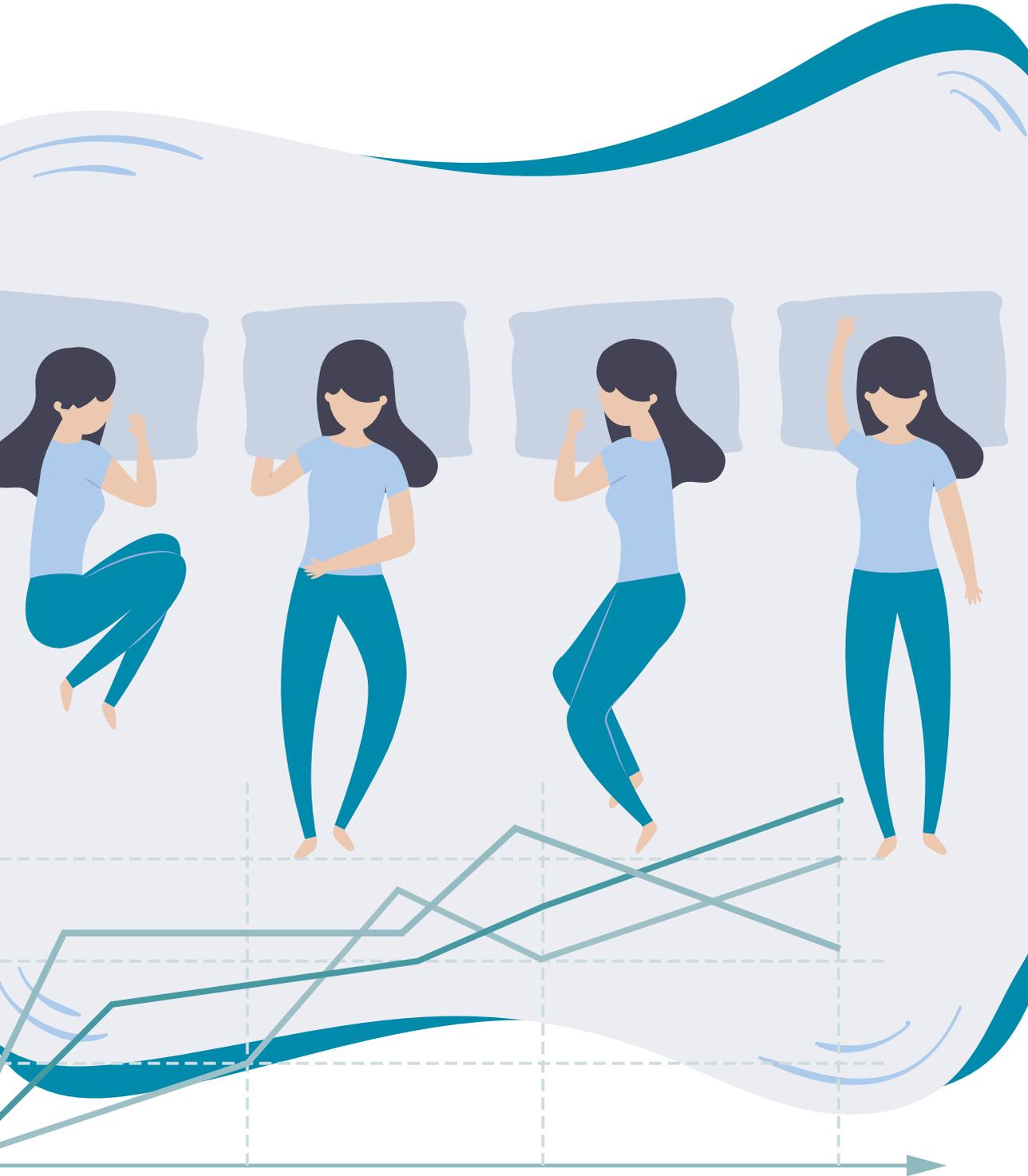
- Dado que la terapia en tierra mostró ser más efectiva para mejorar la función motora gruesa, se recomienda enfocar parte significativa del tratamiento en actividades que fortalezcan el control postural y las habilidades motoras gruesas. Según Carr y Shepherd (1997), estas actividades deben incluir ejercicios que desafíen la estabilidad postural y promuevan el desarrollo de la fuerza muscular y el control motor. Ejercicios como caminar, correr y saltar deben ser componentes esenciales del programa de rehabilitación de acuerdo con el nivel de la GMFCS.
- Teniendo en cuenta que la respuesta a las intervenciones puede variar según las características de cada niño, se recomienda un enfoque personalizado en la rehabilitación, evaluar el nivel de GMFCS, el tipo de parálisis cerebral (espástica, disquinética, mixta), y otras características específicas de cada niño para diseñar programas de intervención que optimicen los resultados terapéuticos.
- Es fundamental realizar evaluaciones periódicas de la progresión de cada niño utilizando herramientas estandarizadas como el GMFM y PBS. Estas evaluaciones permitirán a los terapeutas ajustar el programa de intervención en función de los avances observados.

## Referencias

- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (1997). *Movement Science Foundations for physical therapy rehabilitation*. An Aspen Publication.
- Gajić, D., Jokić, S., & Mraković, B. (2020). Efficiency of the Halliwick concept in the rehabilitation of children with cerebral palsy. *Scripta Medica*, 51(3), 174–180. <https://doi.org/10.5937/scriptamed51-27423>.
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 35(Suppl.2). <https://doi.org/10.1093/ageing/aflo77>
- Jorgic, B., Dimitrijevic, L., Aleksandrovic, M., Okicic, T., Madic, D., & Radovanovic, D. (2012). The swimming program effects on the gross motor function, mental adjustment to the aquatic environment, and swimming skills in children with cerebral palsy: A pilot study. *Specijalna Edukacija i Rehabilitacija*, 11(1), 51–66. <https://doi.org/10.5937/specedreh1201051j>
- Lambeck, J., & Gamper, U. N. (2011). *The halliwick concept*. Comprehensive Aquatic Therapy. 3rd ed. Pullman, WA: Washington State University Publishing. <https://www.ewacmedical.com/wp-content/>

[uploads/2017/08/The-Halliwick%C2%AE-Concept-by-Johan-Lambeck-and-Urs-Gamper-2010-1.pdf](#)

Mogollón-Méndez, Á. M. (2005). Principios de terapia acuática. Revista ASCOFI, 50, 85-93. <https://docplayer.es/15587969-Principios-de-terapia-acuatica.html>



# Correlación del STOP-Bang con las características físicas de riesgo para la apnea obstructiva del sueño

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Conocimiento e innovación para la equidad.

---

**Juan Alberto Aristizábal Hoyos** | Rehabilitador oral.

*Correo electrónico: jarisiti@autonoma.edu.co*

**Olga Patricia López Soto** | Odontóloga.

*Correo electrónico: sonrie@autonoma.edu.co*

**Juan Sebastián Zuluaga Morales** | Magíster en Ciencias Biomédicas.

*Correo electrónico: juans.zuluagam@autonoma.edu.co*

**Anyi Carolina Olaya Castro** | Residente posgrado de Rehabilitación Oral.

*Correo electrónico: anyic.olayac@autonoma.edu.co*

**Luisa Fernanda Saldarriaga Córdoba** | Residente del posgrado en Rehabilitación Oral.

*Correo electrónico: luisaf.saldarriaga33@gmail.com*

**Sarah Valentina Obando Estupiñán** | Residente Posgrado de Rehabilitación Oral.

*Correo electrónico: sarahv.obandoe@autonoma.edu.co*

■ Grupo de Investigación: **INSAO.** ■

**Palabras clave:** Apnea Obstructiva del Sueño, Ronquido, Evaluación de riesgo, adultos jóvenes, pesos y medidas corporales.

## Problema a resolver

La Apnea Obstructiva del Sueño (AOS) es un trastorno prevalente y de grave impacto, caracterizado por la interrupción intermitente del flujo respiratorio durante el sueño. Estas interrupciones son causadas por obstrucciones físicas de las vías aéreas superiores, a menudo exacerbadas por factores estructurales y fisiológicos (Slowik, Sankari & Collen, 2022). Si bien la AOS afecta a una amplia demografía global, su diagnóstico sigue siendo desafiante, debido a su naturaleza, a menudo asintomática, en sus etapas tempranas, además de la falta de acceso a diagnósticos definitivos. Los peligros de la AOS no diagnosticada son severos y múltiples; clínicamente, la AOS está fuertemente asociada con un incremento en el riesgo de condiciones cardiovasculares como hipertensión y accidente cerebrovascular, y alteraciones endocrinas (Robichaud-Hallé, Beaudry & Fortin, 2012). Además, la somnolencia diurna, un síntoma común de la AOS, aumenta el riesgo de accidentes automovilísticos y laborales, y reduce significativamente la calidad de vida del individuo (Faber, Faber & Faber, 2019). Estos factores subrayan la necesidad urgente de herramientas de diagnóstico accesibles y efectivas que permitan una intervención temprana (Lavanya, Ganapathy & Visalakshi, 2014).

Para el diagnóstico de riesgo de presentar AOS se utiliza un examen clínico de las características físicas del paciente que, a menudo, incluyen la obesidad y factores anatómicos como vías respiratorias estrechas (Friedman *et al.*, 1999).

El cuestionario *STOP-Bang* tiene una alta calidad metodológica que incluye ocho preguntas dicotómicas relacionadas con la apnea del sueño (ronquidos, cansancio, apnea observada, hipertensión arterial, IMC, edad, circunferencia del cuello y sexo masculino) (Chung, Abdullah & Liao, 2016a). Tres o más elementos positivos de los resultados se consideran "en riesgo" de AOS. El formulario se puede completar en uno o dos minutos, lo que lo hace fácil de usar en clínicas concurridas (Chung, Abdullah & Liao, 2016b).

Identificar el nivel de correlación de los resultados del cuestionario *STOP-Bang* con las características físicas identificadas como de riesgo para AOS, entre las que se incluyen el IMC, la circunferencia del cuello, el índice de Mallanpati, la escala de Friedman y la clase de perfil facial y de oclusión podrían ayudar a dar mayor confiabilidad en el diagnóstico presuntivo precoz de la AOS.

## Contexto del estudio

La apnea obstructiva del sueño (AOS) es una afección grave que, si no se trata oportunamente, puede tener consecuencias adversas para la salud. El problema de no detectar la AOS a tiempo es que puede provocar varias complicaciones que incluyen un mayor riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares, como

hipertensión, accidente cerebrovascular y ataque cardíaco, mayor riesgo de trastornos metabólicos, como resistencia a la insulina y diabetes tipo II; mayor riesgo, además, de accidentes por somnolencia diurna excesiva; disminución de la calidad de vida, debido a la interrupción del sueño y a la fatiga diurna; y un aumento del uso de los servicios de salud y de los costos de la atención médica (Faber *et al.*, 2019). Con frecuencia, la AOS se sub-diagnostica, y la falta de un tratamiento adecuado aumenta el riesgo en las personas de tener una mala calidad de vida, comorbilidades graves y mayor riesgo de sufrir accidentes automovilísticos (Goyal & Johnson, 2017). Por lo tanto, es fundamental detectar la AOS a tiempo y buscar el tratamiento adecuado para evitar estas complicaciones.

La AOS se diagnostica mediante la evaluación clínica del paciente, el historial del sueño y la aplicación de pruebas diagnósticas específicas (Goyal & Johnson, 2017). La AOS sigue estando significativamente infradiagnosticada (Lim & Pack, 2017). La Academia Americana de Medicina del Sueño (AASM) ha publicado medidas de calidad destinadas a mejorar la detección de la enfermedad (Patil *et al.*, 2019). El "estándar de oro" para establecer el diagnóstico de AOS es una polisomnografía (PSG) nocturna o estudio del sueño, que se realiza mientras el paciente duerme en un laboratorio del sueño donde se monitorean las ondas cerebrales, los niveles de oxígeno en la sangre, la frecuencia cardíaca y la respiración, así como los movimientos de los ojos y las piernas (Chokroverty, Radtke & Mullington, 2010). Sin embargo, la polisomnografía de laboratorio no siempre está disponible para los pacientes, debido a los altos costos y la discrepancia entre demanda y capacidad (Chokroverty *et al.*, 2010).

Para el diagnóstico de riesgo de presentar AOS se utiliza un examen clínico de características físicas que, a menudo, incluye la obesidad y factores anatómicos, como vías respiratorias estrechas, que pueden identificarse con los índices de Mallampati y de Friedman (Lévy *et al.*, 2015); y la aplicación de varios cuestionarios, como el cuestionario de Berlín que evalúa el riesgo de AOS en función de categorías como ronquidos, somnolencia diurna y presión arterial alta; asimismo, la Escala de Somnolencia de Epworth (ESS) que es un cuestionario de ocho ítems, el cual mide la somnolencia diurna y utiliza un formato de respuesta Likert de cuatro puntos con una puntuación que oscila entre 0 y 24; y, por último, el cuestionario si *STOP-Bang* (Chiu *et al.*, 2017).

Identificar el nivel de correlación de los resultados del cuestionario *STOP-Bang* con las características físicas identificadas como de riesgo para AOS, entre las que se incluyen el IMC, la circunferencia del cuello, el índice de Mallanpati, la escala de Friedman y la clase de perfil facial y de oclusión podría ayudar a dar mayor confiabilidad en el diagnóstico presuntivo precoz de la AOS.

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

Este proyecto siguió las normativas éticas establecidas por el Comité de Bioética, Ética e Integridad Científica de la Universidad Autónoma de Manizales. Se obtuvo consentimiento informado de todos los participantes, respetando su derecho a la privacidad y confidencialidad de los datos personales. El proyecto se alineó con las pautas internacionales de investigación en seres humanos, asegurando que los métodos utilizados minimizaran cualquier riesgo para los participantes. Se respetó la integridad científica en todas las fases del estudio, asegurando la transparencia en la recolección y análisis de datos, y manteniendo un compromiso con la veracidad de los resultados reportados.

## Impacto

Este proyecto contribuye significativamente en la transformación en el ámbito de la salud, particularmente en la promoción del diagnóstico temprano de AOS en poblaciones jóvenes. Al identificar las características físicas clave que se correlacionan con el riesgo de AOS, se fomenta una mayor conciencia sobre la importancia de la prevención y el diagnóstico precoz en esta población, lo que podría reducir el riesgo de complicaciones graves asociadas con AOS, como las enfermedades cardiovasculares. Además, los hallazgos del estudio podrían influir en la implementación de protocolos de cribado más accesibles en las clínicas de atención primaria, mejorando así la equidad en el acceso a diagnósticos precisos.

## Recomendaciones

Dirigidas a actores de la academia y la empresa; pero, en particular, a odontólogos que trabajan en el área clínica.

- A los profesionales de la salud en el ámbito odontológico se les recomienda incorporar la evaluación del riesgo de AOS mediante el uso del cuestionario *STOP-Bang* en pacientes con características físicas como un IMC elevado, cuello ancho o perfil convexo. La identificación temprana del riesgo permitirá una referencia oportuna para pruebas diagnósticas definitivas, mejorando los resultados de salud a largo plazo. Se sugiere a las instituciones educativas y clínicas odontológicas incluir la capacitación sobre la detección de AOS en sus programas de formación para estudiantes y profesionales. Además, se

insta a los organismos gubernamentales a facilitar el acceso a herramientas de cribado y a desarrollar campañas educativas sobre los riesgos asociados con la AOS, especialmente en poblaciones jóvenes con características físicas de riesgo.

## Referencias

- Chiu, H. Y., Chen, P. Y., Chuang, L. P., Chen, N. H., Tu, Y. K., Hsieh, Y. J., ... Guillemineault, C. (2017). Diagnostic accuracy of the Berlin questionnaire, STOP-BANG, STOP, and Epworth sleepiness scale in detecting obstructive sleep apnea: A bivariate meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 36, 57–70.
- Chokroverty, S., Radtke, R., & Mullington, J. (2010). *Polysomnography: Technical and Clinical Aspects*. Niedermeyer's *Electroencephalography*, 6ta ed, pp. 817–862. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Chung, F., Abdullah, H. R., & Liao, P. (2016a). STOP-Bang Questionnaire: A Practical Approach to Screen for Obstructive Sleep Apnea. *CHEST*, 149, 631–638.
- Chung, F., Abdullah, H. R., & Liao, P. (2016b). STOP-Bang Questionnaire: A Practical Approach to Screen for Obstructive Sleep Apnea. *Chest*, 149, 631–638.
- Faber, J., Faber, C., & Faber, A. (2019). Obstructive sleep apnea in adults. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 24, 99–109.
- Friedman, M., Tanyeri, H., Rosa, M., Landsberg, R., Vaidyanathan, K., Pieri, S., & Caldarelli, D. (1999). Clinical predictors of obstructive sleep apnea. *The Laryngoscope*, 109, 1901–1907.
- Goyal, M., & Johnson, J. (2017). Obstructive Sleep Apnea Diagnosis and Management. *Missouri Medicine*, 114, 120.
- Lavanya, V., Ganapathy, D., & Visalakshi, R. M. (2014). In the clinic. Obstructive sleep apnea. *Annals of Internal Medicine*, 161, 1471–1474.
- Lévy, P., Kohler, M., McNicholas, W. T., Barbé, F., McEvoy, R. D., Somers, V. K., ... Pépin, J. L. (2015). Obstructive sleep apnoea syndrome. *Nature Reviews. Disease Primers*, 1. <https://doi.org/10.1038/NRDP.2015.15>
- Lim, D. C., & Pack, A. I. (2017). Obstructive Sleep Apnea: Update and Future. *Annual Review of Medicine*, 68, 99–112.
- Patil, S. P., Ayappa, I. A., Caples, S. M., Kimoff, R. J., Patel, S. R., & Harrod, C. G. (2019). Treatment of Adult Obstructive Sleep Apnea with Positive Airway Pressure: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice

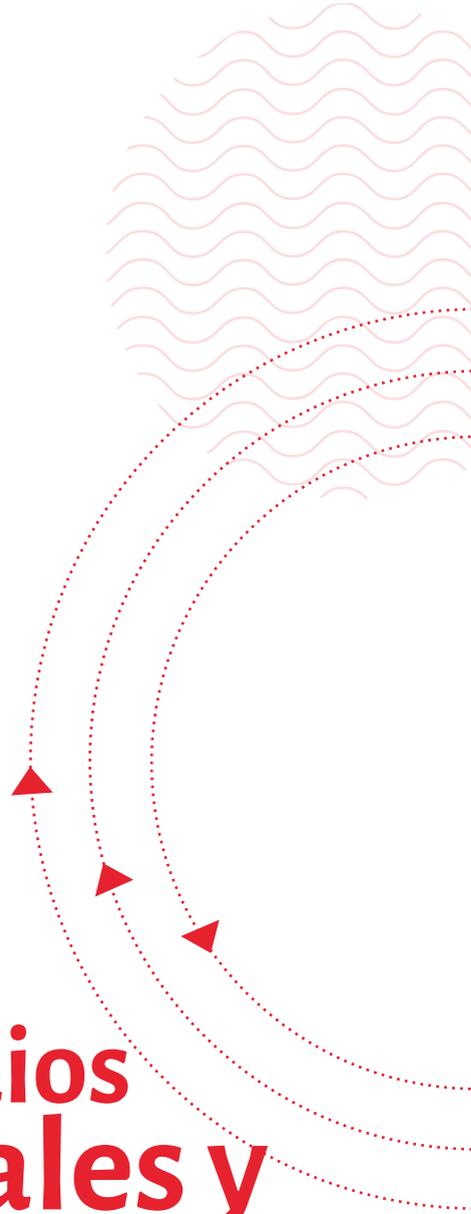
Guideline. *Journal of Clinical Sleep Medicine : JCSM : Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 15, 335–343.

Robichaud-Hallé, L., Beaudry, M., & Fortin, M. (2012). Obstructive sleep apnea and multimorbidity. *BMC Pulmonary Medicine*, 12. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-12-60>

Slowik, J. M., Sankari, A., & Collen, J. F. (2022). Obstructive Sleep Apnea. *StatPearls* [Internet]. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459252/>



# Estudios Sociales y Empresariales





# Fortalecimiento de procesos de gobernanza en el sistema de CTel con estrategias participativas, descentralizadas, basadas en datos y en las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación en las subregiones de Caldas (Juntos por la ciencia, la tecnología y la innovación en Caldas)

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 4.** Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos. No. 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Conocimiento e innovación para la equidad.

---

Angélica María Rodríguez Ortiz | Doctora en Filosofía.

Correo electrónico: [amrodriguez@autonoma.edu.co](mailto:amrodriguez@autonoma.edu.co)

María del Carmen Vergara Quintero | Doctora en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud.

Correo electrónico: [mcvq@autonoma.edu.co](mailto:mcvq@autonoma.edu.co)

■ Grupos de Investigación: **Salud Pública / SEAD UAM.** ■

**Palabras clave:** *Gobernanza participativa, formación para la gobernanza, ciudadanía activa, formación ciudadanal*

## Problema a resolver

Uno de los grandes problemas que se evidencia en la participación ciudadana es la centralización del poder. Los recursos, oportunidades y tomadores de decisiones, generalmente, están ubicados en la cabecera urbana y en las capitales de los departamentos. Por ello fue que, atendiendo a la demanda número seis del departamento de Caldas, se pensó en aportar para alcanzar un modelo de gobernanza participativo y descentralizado de ciencia, tecnología, innovación y educación que permita el diálogo de saberes para la toma de decisiones entre los diversos actores en perspectiva de un desarrollo equitativo, competitivo y sostenible del territorio. Esta iniciativa busca proponer una solución al gran nivel de centralismo evidenciado en el Sistema de CTeI en el territorio caldense. De esta forma, se propuso vincular a los actores de la cuádruple hélice en este proceso en pro de generar espacios de participación colaborativa para que cada uno de los actores pueda fortalecer vínculos y desarrollar herramientas importantes para aportar en la gestión del conocimiento.

Por lo anterior, un objetivo importante de este proyecto consiste en fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación de los actores en las subregiones del departamento de Caldas, el cual, además, busca descentralizar el conocimiento construido por grupos y centros de investigación en la región con el fin de alcanzar, por medio de una plataforma digital, la transaccionalidad del uso de datos. De esta forma, al brindar las herramientas necesarias para la participación, generar los espacios requeridos y proporcionar los recursos para descentralizar los datos, se puede empezar a cerrar la brecha evidenciada entre quienes construyen el conocimiento y quienes lo requieren para alcanzar la sostenibilidad y sustentabilidad de la región.

Fue por ello que, en este proyecto interinstitucional, se trazó como objetivo general: descentralizar el Sistema de CTeI en Caldas, con estrategias de gobernanza participativa, descentralizada, basadas en la Inter-operatividad y transaccionalidad del uso de los datos, y en las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación de los actores en las subregionales del departamento.

Como lo expone Pinker (2018), es gracias al conocimiento científico, a sus avances y sus desarrollos, que la mayoría de los indicadores de bienestar humano en el mundo entero muestran crecientes resultados favorables. Este avance se logra si hay compromiso de todos los actores de una región. Fue por ello que la Universidad Autónoma de Manizales (UAM), como actor aliado con el CINDE, tuvo a su cargo el objetivo de desarrollar capacidades científicas, tecnológicas y de innovación en 837 actores del territorio caldense, con el fin de brindar herramientas conceptuales, cognitivas y metodológicas a los actores de la región para que participen de forma directa.

## Contexto del estudio

El desarrollo del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación CTeI requiere que los actores estén cualificados en sus capacidades para que participen de manera pertinente, creativa y activamente en el sistema. De acuerdo con lo anterior, urge la formación de investigadores, empresarios y actores de la organización civil. Una formación que responda a las vocaciones productivas, sociales y culturales del territorio caldense. Un proceso formativo que esté pensado en términos de las particularidades y necesidades de cada territorio, y que genere espacios de diálogo para alcanzar sinergias entre actores y sectores, de manera que, en conjunto, se generen nuevas oportunidades y se aprovechen las que ya cada una de las subregiones ofrece.

Razón por la cual, para este proyecto, uno de los grandes referentes teóricos fue el enfoque del desarrollo de capacidades propuesto por Nussbaum (2012). No sólo por su pertinencia, sino porque ha sido el punto de partida para la construcción de la Misión Internacional (2019), al ser una apuesta para iniciar el cultivo y fortalecimiento de las capacidades sociales, científicas y tecnológicas de cada individuo que hace parte del engranaje social. Este enfoque posibilita que, desde la formación, se inicie el cierre de brechas para contrarrestar las inequidades identificadas y contribuir a un desarrollo productivo, social y cultural de la región.

Cultivar capacidades implica la formación de ciudadanos comprometidos con los problemas sociales, políticos y económicos; ciudadanos capaces de coexistir y construir en medio de la diferencia (social, cultural, étnica, económica y geográfica) un Caldas anclado al principio de justicia social que brinde oportunidades de empleabilidad; un territorio en el que las oportunidades existentes posibiliten, como lo propone Nussbaum (2012), un trabajo colectivo en pro del bienestar de todos. Así, el cultivo y desarrollo de capacidades de los individuos es lo que permite tejer sinergias entre los actores y sectores para fortalecer el capital estructural del departamento en aras de dar solución a los problemas que nos aquejan como caldenses. El despliegue de capacidades individuales en los actores del territorio resulta ser esencial para actuar de manera responsable, incluyente y equitativa en el territorio.

Asimismo, al formar en capacidades, se minimizan las brechas urbano-rurales, de género, tecnocientíficas, geográficas y marginales que se están presentando en la región caldense, y que quedaron en evidencia durante la misión de sabios por Caldas, llevada a cabo entre 2020-2021.

Por ende, poner en diálogo a la ciencia, la tecnología, al arte y a la vida en torno a las particularidades del contexto y formar ciudadanos preocupados por su entorno, reconociendo sus problemáticas, puede ser un primer paso para descentralizar el conocimiento que se ha construido en la región y ponerlo, realmente, al servicio de todos. En ese sentido, realizar este proceso

formativo con los actores caldenses ha implicado un trabajo por la formación de seres capaces de responder a los requerimientos globales, sin desconocer sus filiaciones con los problemas locales (Nussbaum, 2001), dado que son estos los que le permitirán responder a las vocaciones del territorio para transformarlo.

La propuesta del desarrollo humano, centrada en el cultivo de capacidades a lo largo de la vida, acaba por ser un puente esencial para el desarrollo social y productivo de la región, pues –tal y como lo expresó la comisión internacional de sabios en 2019– la educación ha sido un determinante del mejoramiento de la distribución del ingreso, la riqueza y el poder. Un puente que está en consonancia con los ODS, cuya finalidad apunta a disminuir la pobreza. El desarrollo humano, desde el enfoque de las capacidades, posibilita mejorar la calidad de vida de las personas, dado que estas son las únicas que realmente son capaces de transformar su realidad partiendo de las oportunidades que el medio les ofrece (Nussbaum, 2012).

Por otra parte, la UNESCO establece que en la CTeI reposan factores claves para el desarrollo; igualmente se entiende que las capacidades nacionales, regionales y, en el caso colombiano, las departamentales de CTeI se fortalecen, desde las políticas públicas, con la “inversión y formación de talento humano” para impulsar desde estos tres ámbitos la economía y el desarrollo social (UNESCO, 2017).

Asimismo, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (2017) presenta las capacidades nacionales de ciencia y tecnología como un agregado de las capacidades departamentales y sostiene que “la investigación y el desarrollo (I+D) y las actividades más amplias de ciencia, tecnología e innovación (ACTI), que aparte de la I+D incluyen gestiones de innovación, servicios científicos y tecnológicos y de formación en estos campos son vistas como esenciales para aumentar la productividad y, a través de ella, el nivel de vida de la población y el crecimiento económico” (p. 191). Es por ello que una de las claves para lograr el desarrollo de las regiones está en comprender el vínculo entre el conocimiento y la innovación, con el fin de promover un desarrollo sustentable.

Sin lugar a duda, esto propende por el fortalecimiento del sistema de ciencia, tecnología e innovación desde adentro, desde amplios procesos de participación de las comunidades; es el primer paso para la ampliar las libertades humanas con la perspectiva de buscar una educación que corresponda a esos intereses sociales definidos desde las particularidades étnicas y regionales que en el departamento se reclaman. Asimismo, implica tejer vínculos con el sector productivo, para que desde la educación se responda a las vocaciones socioeconómicas de la región.

En ese sentido, se infiere que el enfoque en el desarrollo humano, visto desde las capacidades, corresponde a la expansión de libertades, las cuales se logran cuando se generan las condiciones para que los actores sociales sean agentes de sus propias expansiones. En la lógica de Sen (2000, p. 33), la expansión de las libertades está relacionada con las oportunidades reales, según circunstancias particulares y sociales, que tienen las personas para tomar y agenciar sus

propias decisiones y las decisiones estratégicas para alcanzar la productividad, la competitividad y el desarrollo social y sostenible. Por consiguiente, formar a los actores en capacidades en CTeI permitirá que la participación sea efectiva para un trabajo conjunto.

Bajo esta concepción es que aparece lema del proyecto: *Juntos por la ciencia, la tecnología y la innovación en Caldas*, ya que con la participación de niños, jóvenes, adultos, empresarios, investigadores y funcionarios del Estado es posible iniciar con el proceso de descentralizar el conocimiento que se está generando en la región.

## **Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica**

Para el proceso de diseño didáctico y pedagógico de los cuatro cursos se tuvieron en cuenta las particularidades de la población que recibiría la formación. Por ello, para el caso de los actores, y en especial de los niños, los consentimientos informados para usar el material fotográfico fueron usados bajo el protocolo aprobado por el Comité de ética de la investigación, bioética y de integridad científica. No hubo una intervención directa con la población objeto, pero sí una interacción social permanente en sus comunidades, no sólo a través de la plataforma, sino en los talleres de co-creación; por lo cual, se obtuvo el permiso de los padres y de los rectores de las instituciones educativas para poder tener los registros audiovisuales requeridos.

## **Impacto**

Diseñar, implementar y evaluar un curso para cada grupo poblacional, con el fin de desarrollar capacidades en CTeI, permitió la formación de 108 investigadores, 81 empresarios, 108 funcionarios del Estado y 540 actores de la organización civil. Estos cursos se trabajaron bajo una modalidad híbrida (virtuales y presenciales), con talleres de co-creación y encuentros sincrónicos. Al final del proceso, cada participante que finalizó el curso fue certificado. En total se certificaron 1051 actores caldenses, ubicados en las seis subregiones del departamento de Caldas, lo que permitió una mayor conciencia sobre la importancia que tiene la CTeI para la transformación de sus territorios,

## Recomendaciones

Dirigidas a actores de la academia, la empresa, el Estado y la sociedad civil; pero, en particular, a los cuatro grupos de la cuádruple hélice.

- Los procesos de formación deben tener en cuenta las particularidades de los grupos poblacionales y un análisis crítico de los contextos, que permita realizar la adaptación pedagógica y didáctica a cada grupo poblacional, entendiendo sus particularidades y, en ese sentido, lograr una mayor participación y empoderamiento de las personas vinculadas al proceso.
- Además, se recomienda que las gobernaciones y las alcaldías deben asumir un mayor compromiso con la formación de ciudadanos en CTEI para que estos puedan participar en la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo, de manera que aporten al desarrollo de sus municipios, y se aporte a la vez a cerrar la brecha entre el desarrollo científico y tecnológico de los 26 municipios de Caldas y Manizales, su capital.

## Referencias

- Misión Internacional de los Sabios. (2019). Colombia hacia una Sociedad del Conocimiento. Informe de la Misión Internacional de los Sabios 2019 por la Educación, la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. *Minciencias*. V. No. 1
- Nussbaum, M. (2001). *Women and human development: the capabilities approach*. Cambridge University Press.
- Nussbaum, M. (2012). *Crear capacidades. Propuesta para el desarrollo humano*. Paidós.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (2020). Disponible en: <https://ocyt.org.co/Informeindicadores2019/indicadores-2019.pdf>
- Pinker, S. (2018). *En defensa de la Ilustración. Por la razón, la ciencia, el humanismo y el progreso*. Paidós.
- Sen, A. K. (2000). *Desarrollo y libertad*. Planeta.



Figura 1. Aliados del proyecto



# Clúster Más Pro-Manizales - Acompañamiento: Diseño de hoja de ruta a la cadena productiva de musáceas y snacks

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 9.** Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo.

---

**Olga Lucía Ocampo López** | Doctora en Ingeniería.

*Correo electrónico: olocampo@autonoma.edu.co*

**Lina Victoria Berrío Ríos** | Maestría en Administración de Negocios.

*Correo electrónico: lberrio@autonoma.edu.co*

**Juanita Restrepo Osorio** | Ingeniera Mecánica.

*Correo electrónico: juanita.restrepoo@autonoma.edu.co*

**Jenny Villada** | Administradora de Negocios.

*Correo electrónico: jemiviva@gmail.com*

■ Grupos de Investigación: **Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial / Empresariado.** ■

**Palabras clave:** Agroindustria, Clúster, Competitividad, Innovación.

## Problema a resolver

El municipio de Manizales y el departamento de Caldas tienen tradición en el cultivo de musáceas (plátano y banano) que son asociados al café alrededor de un 70%; razón por la cual constituyen la segunda cadena en importancia por la extensión del área sembrada. Este cultivo requiere 1 empleo por cada 0.7 hectáreas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021); si bien hay informalidad, la mayoría de los empleos quedan registrados en el sector cafetero.

El rendimiento promedio de la producción de plátano departamental es de 11.52 Ton/ha; mientras que, para Manizales, es de 17 Ton/ha, mayores que los nacionales estimados en 10 Ton/ha, según las estadísticas de las Evaluaciones Agropecuarias para el año 2022. Estas cifras son producto de la tecnificación del cultivo de plátano, de la adopción de tecnología y la implementación de estándares como las Buenas Prácticas Agrícolas - BPA por parte de los productores.

La cadena de musáceas está conformada por productores, asociaciones de productores, empresas de insumos, materias primas y empaques, empresas de servicios y tecnologías, comercializadores mayoristas y minoristas, transportadores, empresas transformadoras y comercializadores al detal.

Desde el año 2017, la Mesa para la Competitividad de Musáceas permitió la articulación del sector y fomentar acciones conjuntas. En el año 2022, desde la Alcaldía de Manizales, se planteó la necesidad de avanzar en la conformación de una iniciativa clúster, con el apoyo de Colombia Productiva y Development Clúster, para lo cual se formuló un proyecto con la empresa Comestibles Mapy y la UAM, y la Convocatoria Clúster Más Pro Manizales - Acompañamiento, con el fin de brindar asistencia técnica y acompañamiento especializado en el diseño de hojas de ruta a las cadenas productivas priorizadas por la Agenda de Competitividad e Innovación y/o a las iniciativas Clúster de Manizales desde la perspectiva estratégica y de plan de negocio, así como la estructuración de proyectos.

Para la conformación del Clúster se integraron actores de la cadena de transformación de snacks así: empresa que jalona el clúster exportadora y productora de snacks, microempresas transformadoras, empresa productora y empacadora al detal, asociaciones de productores, empresas productoras de empaques, empresas de servicios de ingeniería y tecnología, productores agropecuarios, y se unió como entidad de apoyo la Universidad Autónoma de Manizales que coordina la Mesa para la Competitividad de Musáceas.

Las asociaciones de productores de Manizales vinculadas al clúster tienen 50 asociados en promedio, que incluyen mujeres cabeza de hogar, desplazados, población en condición de discapacidad, adultos mayores no pensionados e inmigrantes; también se integró a la Iniciativa Clúster (IC) la mayor Asociación de productores de Colombia ASOHOFrucol con su sede en Caldas. Las

empresas vinculadas al clúster contratan población vulnerable como mujeres cabeza de hogar, población en condición de discapacidad, adultos mayores no pensionados, indígenas y afrocolombianos.

## Contexto del estudio

Desde el año 2014, por iniciativa de la Secretaría de las TIC y Competitividad, la Cámara de Comercio de Manizales, la ANDI, el Comité Intergremial de Caldas y la Comisión Regional de Competitividad de Caldas, se elaboró la Agenda de Competitividad de Manizales como un plan de trabajo Público - Privado con acciones de corto, mediano y largo plazo, en la cual se incluyó al sector de Agroindustria y, específicamente, a la cadena de Musáceas. A partir de esta agenda, se promovió la creación de las Mesas para la Competitividad que buscan el fortalecimiento de la relación Universidad – Empresa – Estado - Sociedad Civil - Ambiente (Carvajal *et al.*, 2022).

La Mesa para la Competitividad de Musáceas inició su conformación en el año 2016, con el apoyo de la Alcaldía de Manizales y la Cámara de Comercio de Manizales por Caldas; se consolidó desde 2017, con el liderazgo de la Universidad Autónoma de Manizales y la Alcaldía de Manizales; operó hasta el 2022 con la vinculación de más de 50 instituciones y empresas, y fue uno de los espacios colaborativos de trabajo donde han participado empresarios, productores y entidades de apoyo que conforman el Ecosistema de Competitividad e Innovación de Manizales y el departamento de Caldas, vinculada a la Comisión Regional de Competitividad de Caldas (Carvajal *et al.*, 2022).

Esta Mesa ha tenido una gobernanza definida, reuniones mensuales y trabajo por Comités: Estratégico, Comercial, Técnico – Productivo y Ambiental. Ha contado con un plan de acción y, durante el año, se programan diferentes actividades como foros, días de campo, seminarios, reuniones y talleres para el logro de los objetivos estratégicos donde participan los empresarios y productores, con el apoyo de las distintas entidades, y opera con el financiamiento de proyectos en convenio con la Alcaldía de Manizales y la Universidad Autónoma de Manizales. En el año 2022, se avanzó con la postulación de la iniciativa Clúster de Musáceas y Snacks, con los integrantes vinculados a la Mesa.

De acuerdo con los lineamientos de Colombia Productiva (2023), los clústeres o aglomeraciones productivas son instrumentos de trabajo colaborativo en las regiones que fomentan el trabajo en conjunto en la quintuple hélice, identificando una estrategia colectiva para dinamizar las fortalezas de cada integrante y crear sinergias y complementariedades para el crecimiento económico regional que permitan promover la generación de

conocimiento, innovación, desarrollo tecnológico, especialización del talento humano y la atracción de recursos.

Los clústeres buscan conectar los recursos y capacidades para el crecimiento empresarial, la mejora de la competitividad y el impulso de la economía en general. De igual manera, facilitar la identificación de oportunidades de mercado, la promoción de la especialización y la internacionalización, así como el fortalecimiento de las cadenas de valor y la creación de empleo de calidad, que conlleven a mejorar los resultados de las empresas y la calidad de vida en la región (Colombia Productiva, 2023).

Una hoja de ruta competitiva es una construcción conjunta con los empresarios enfocada a la acción, a través de una reflexión estratégica sobre el negocio, en la que se espera participación, diálogo y debates estratégico para alcanzar una visión de futuro del negocio consensuada, una agenda de proyectos del clúster y unos liderazgos empresariales e institucionales donde se asuman roles y responsabilidades (Colombia Productiva, 2023).

Para la conformación de la iniciativa clúster de Musáceas y Snacks, y acceder a la convocatoria Clúster Más Pro Manizales - Acompañamiento se construyó en conjunto con los actores de la Mesa de Musáceas, el siguiente objetivo estratégico: "Estructurar un sistema de encadenamiento productivo y logístico innovador que contribuya a mejorar la productividad, competitividad y sostenibilidad de la cadena productiva de musáceas, acompañando a los productores y transformadores de la iniciativa Clúster en su crecimiento y consolidación, logrando el Comercio Justo".

En el sector se presentan múltiples desafíos en producción sostenible, en encadenamientos productivos, mercados objetivos y en investigación, desarrollo e innovación. Los retos estratégicos identificados para el sector de musáceas fueron los siguientes: 1. Bioseguridad, gestión ambiental, gestión del riesgo y cambio climático; 2. Formalización; 3. Competencias laborales y centros de destreza y habilidades; 4. Logística y comercialización; 5. Optimización de procesos y cierre de brechas tecnológicas para la internacionalización.

En la iniciativa clúster de Musáceas y Snacks se identificaron, además, dos segmentos de negocios: fresco y transformado, así como factores claves de éxito, el proceso de construcción de la hoja de ruta permitió definir de ese modo las líneas de acción, sus objetivos y perfiles de proyectos.

Las líneas de acción y sus objetivos para el negocio de fresco fueron: 1. Asociatividad: desarrollar capacidades para la asociatividad y el fomento a la economía solidaria con los productores de musáceas; 2. Productividad: implementar programas y proyectos que permitan mejorar los estándares productivos y la rentabilidad mediante la tecnificación de labores, la optimización de procesos y el fortalecimiento de la red de proveedores e industria auxiliar soporte; 3. Innovación: desarrollar capacidades de innovación, apropiación de tecnologías y nuevos modelos de negocio; 4. Sostenibilidad: implementar programas y proyectos que conlleven a la

producción limpia y a procesos sostenibles en el cultivo de plátano y en la cadena de fresco; 5. Mercados: implementar programas, proyectos y acciones que permitan acceder a mercados regionales, nacionales e internacionales.

Por su parte, para el negocio de transformado, las líneas y objetivos fueron:

1. Mercados: implementar acciones que permitan identificar las exigencias del mercado, así como acceder a nuevos mercados;
2. Implementar programas que conlleven al incremento de la productividad en las empresas transformadoras a través de formación, del desarrollo de capacidades y desarrollo de proveedores;
3. Innovación: desarrollar al interior de las empresas capacidades de innovación y de apropiación de tecnologías para el desarrollo de productos y nuevos modelos de negocios, a partir del aprovechamiento integral del plátano y banano;
4. Sostenibilidad: promover la aplicación de procesos sostenibles de las empresas locales relacionadas con toda la cadena de valor de la transformación de snacks y otros productos derivados del plátano y banano, así como identificar las oportunidades por fuera de Caldas que aporten a la consolidación de la oferta local.

## **Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica**

Este proyecto fue analizado por el Comité de ética de la investigación, bioética y de integridad científica. Se considera de riesgo mínimo. Fue un proyecto que se trabajó con revisión documental de información secundaria; al final se realizaron grupos focales para la priorización de acción.

## **Impacto**

Mediante el proyecto se logró la construcción de la hoja de ruta para el Clúster de Musáceas y snacks que comprende: actualización de estadísticas sectoriales, análisis de tendencias del mercado, mapa de agentes de la iniciativa, indicadores de tamaño del clúster natural, identificación de los negocios, priorización de área y proyectos, y la definición de un modelo de gobernanza.

## Recomendaciones

Dirigidas a actores de la academia, la empresa, el Estado y la sociedad civil; pero en particular, a los actores que participan en iniciativas clúster y/o aglomeraciones productivas.

- Es fundamental comprender el alcance de una iniciativa clúster por parte de los actores en la construcción de la hoja de ruta. Según los lineamientos de Development Clúster y Colombia Productiva (2022), una IC es una iniciativa público - privada que abre un nuevo diálogo entre agentes, busca mejorar la rentabilidad de las empresas, con un enfoque empresarial y práctico, para generar estrategias de futuro mediante acciones concretas que agreguen valor, con el trabajo de los actores que desean participar y las potenciales colaboraciones con terceros.
- Se debe considerar en el análisis para la construcción de la hoja de ruta los siguientes componentes: 1. La identificación del clúster natural que es la masa crítica empresarial y entidades de un mismo negocio; 2. La profundización estratégica o análisis para mejorar la realidad económica del clúster natural; 3. Gobernanza de la iniciativa clúster, para definir roles y compromisos en los proyectos y acciones, y potenciar el diálogo público - privado.
- Definir los alcances de la iniciativa clúster es fundamental para su éxito. Se recomienda priorizar en la mejora de resultados empresariales, al facilitar el acceso a mercados más atractivos y estrategias más rentables. En consecuencia, considerar temas de sofisticación y mejora del entorno para hacer negocios, así como en el diálogo público privado para la agenda estratégica de futuro.
- Enfocar, además, el desarrollo de la iniciativa clúster desde la perspectiva de mercado y el análisis desde la demanda, con una mirada integral de la cadena y énfasis en la generación de valor agregado.
- Se deben desarrollar todas las fases y etapas para la construcción de la hoja de ruta que son: Fase 1. Diagnóstico de la iniciativa clúster; Fase 2. Etapa 1. Situación actual y retos estratégicos, Etapa 2. Visión del futuro opciones estratégicas, Etapa 3. Definición del plan de acción y gobernanza. Para lograrlo se aplican diferentes metodologías, instrumentos y análisis como son: aplicación de diagnóstico, en la fase 1; entrevistas de caracterización, *benchmarking* internacional y análisis de la industria y cadena de valor, en la etapa 1 de la fase 2; entrevistas con clientes sofisticados y análisis del negocio

en la etapa 2; grupos de trabajo para priorización de perfiles de proyecto, definición del plan de acción, esquema de gobernanza y mega en la etapa 3 de la fase 2. De manera transversal se presentan resultados públicos de las diferentes fases y etapas del proceso.

- Definir las opciones estratégicas permite visualizar las diferentes formas de competir, establecer la visión de futuro para el negocio y tomar decisiones sobre la estructura y la estrategia, considerando la evolución o transformación requerida para lograrlo. En consecuencia, se recomienda involucrar tres elementos clave: 1. Proyectos concretos; 2. Liderazgo empresarial para asumir roles y responsabilidades; 3. Sostenibilidad y gobernanza.

## Referencias

Carvajal *et al.* (2022). Hacia un emprendimiento rural en posconflicto: plátano en los Montes de María. 2. edición. – Bogotá: *Tirant lo Blanch* y *Programa Colombia Científica*; 366.

Colombia Productiva (2022). Proyectos. Territorios Clúster. Disponible en: <https://www.colombiaproductiva.com/territorioscluster>

Evaluaciones Agropecuarias Municipales - EVA (2022). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2021). *Cadena de Plátano*. Dirección de Cadenas Agrícolas y forestales.

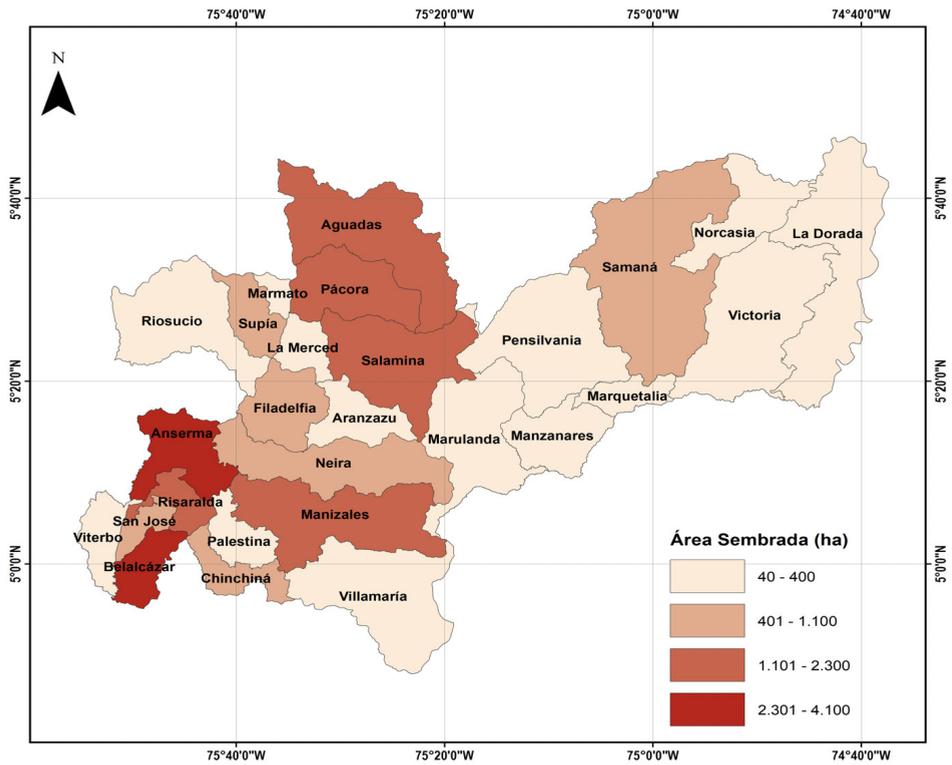


Figura 1. Área sembrada de plátano en Caldas



# Unidad de apropiación social del Conocimiento - Piloto 1: Agro Más Competitivo

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 12.** pretende garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo.

---

**Olga Lucía Ocampo López** | Doctora en Ingeniería.

*Correo electrónico: olocampo@autonoma.edu.co*

**Lina Victoria Berrío Ríos** | Maestría en Administración de Negocios.

*Correo electrónico: lberrio@autonoma.edu.co*

**Catalina Rocha Ruiz** | Maestría en Creatividad e Innovación en las Organizaciones.

*Correo electrónico: crochar@autonoma.edu.co*

**Paula Zuluaga Arango** | Maestría en Administración.

*Correo electrónico: pзулуaga@autonoma.edu.co*

**Marcela Carvajal** | Maestría en Administración de Negocios.

*Correo electrónico: marcelacarvajal@autonoma.edu.co*

**Gloria Patricia Castrillón** | Doctora en Sociología.

*Correo electrónico: pcastrillon@autonoma.edu.co*

**Óscar Cardona Morales** | Doctor en Ingeniería.

*Correo electrónico: oscar.cardonam@autonoma.edu.co*

**Sara Alexandra Restrepo** | Doctora en Sistemas Energéticos.

*Correo electrónico: sara.restrepov@autonoma.edu.co*

**Mauricio Grajales** | Ingeniero Agrónomo.

*Correo electrónico: mauricio.grajalesr@autonoma.edu.co*

**Rubén Darío Cortés** | Productor audiovisual.

*Correo electrónico: rubend.cortesc@autonoma.edu.co*

■ **Grupos de Investigación: Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial / Empresariado / Diseño y Complejidad / Desarrollo Regional Sostenible / Automática.** ■

**Palabras clave:** Agricultura, Agroecología, Apropiación Social del Conocimiento, Competitividad, Musáceas

## Problema a resolver

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura (2021), el plátano es el cultivo más sembrado, el más importante para la seguridad alimentaria y hace parte de la canasta familiar. En el país se tienen 213.950 familias plataneras, localizadas en 32 departamentos y 786 municipios. Por productor se tiene un promedio de 3,5 ha.

El sector musáceas es importante en el desarrollo agroindustrial a nivel nacional, departamental y municipal. El departamento de Caldas y el municipio de Manizales tienen condiciones agroecológicas apropiadas para el cultivo de plátano y banano, que no sólo se constituyen en fuente de ingresos para los productores, sino que soportan la soberanía y seguridad alimentaria de la región. Este sector se encuentra priorizado en la Agenda de Competitividad, Desarrollo e Innovación del departamento de Caldas y en la Agenda de Competitividad del Municipio de Manizales.

El incremento en el precio de fertilizantes y otros insumos químicos, por efecto de la pandemia y los problemas logísticos a escala mundial hace necesario un seguimiento a los costos de la producción; además favorece la introducción de bioinsumos y biofertilizantes que puedan ser preparados con los residuos de producción de la finca, de esta manera se avanza en producción sostenible incorporando prácticas de economía circular, se reduce la huella de carbono con beneficios en los costos de producción y en la generación de nuevas labores que requieren mayor mano de obra en la finca.

El conocimiento de la UAM en las cadenas agroindustriales confirma la necesidad de seguir orientando los productos a mercados más especializados, que implica una labor con la producción sostenible con carácter diferenciado: BPA, agroecológico, negocios verdes, comercio justo; así como potenciar la innovación y el emprendimiento en la cadena. Por otra parte, la dinámica que se logró con la Mesa para la Competitividad de Musáceas muestra aprendizajes que deben potenciarse, al igual que la transferencia tecnológica, con el fin de avanzar en los proyectos conjuntos e integrar acciones de cooperación nacional e internacional.

Así, resulta necesario implementar una estrategia de apropiación social de conocimiento que facilite la incorporación de los elementos de agroecología con actores del sector de musáceas en Manizales, Caldas.

## Contexto del estudio

La agroecología surge como una disciplina que tiene por objeto el estudio de los elementos y procesos importantes en el funcionamiento de los agroecosistemas mediante bases científicas para una gestión agraria eficaz,

más conectada al medioambiente y socialmente sensible, centrándose no sólo en la producción, sino también en la estabilidad ecológica de los sistemas productivos (Hecht, 1999), así como la valoración de los saberes campesinos y de las comunidades étnicas.

El Panel de Expertos de Alto Nivel de la FAO (Wezel *et al.*, 2020) consolidó las múltiples perspectivas sobre los principios de la agroecología en una lista de 13 principios que incluyen los elementos de la agroecología de la FAO (2018) que son: reciclaje, reducción de entrada de insumos, salud del suelo, salud animal, biodiversidad, sinergia, diversificación económica, co-creación de conocimiento, valores sociales y dietas, justicia, conectividad, gobernanza de la tierra y recursos naturales, y participación.

En Colombia, se ha empezado a dar pequeños pasos hacia el desarrollo sostenible, a través de iniciativas agroecológicas como las biofábricas, la elaboración de bioinsumos, el control biológico, mercados campesinos y agroecológicos, cierre de cadenas de valor, entre otros. A pesar de la importancia de estas iniciativas, hay algunos factores que pueden restringirlas como la falta de información sobre el estado actual de la calidad ambiental de las cuencas y microcuencas, las debilidades en el acompañamiento y asistencia técnica para la reestructuración de los procesos de producción y modelos sostenibles que transiten a la incorporación de prácticas de economía circular, además de un resistencia al cambio, debido a problemas culturales y la falta de financiación, entre otros (Calderón Cuartas & Flórez Yepes, 2015).

Integrar la Apropiación Social del Conocimiento para difundir la Agroecología y sus principios requiere diálogo de saberes, reconocimiento del contexto, intercambio de conocimientos y prácticas, que permitan la generación de capacidades para la gestión, uso y aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación en esta temática. Como proceso voluntario nace del interés y la participación de los actores, en este caso comunidades campesinas, para que sean agentes activos, generadores de conocimiento y protagonistas del desarrollo de sus territorios.

Para la UAM, tal como lo plantea la política pública (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021), la Apropiación Social del Conocimiento en el marco de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) es un proceso intencionado que promueve el encuentro de saberes de las comunidades o grupos sociales, con el objetivo de que, más allá de su quehacer, origen y condiciones, participen en la creación o fortalecimiento de alternativas y soluciones que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida en los territorios.

Para el desarrollo del piloto se tuvo en cuenta la caja de herramientas diseñada en el proyecto de Caldas Biodiverso que ha sido el inspirador de la ruta de ASC en la UAM basada en los lineamientos de Becerra (2012), y que se retroalimenta de las demás experiencias de los investigadores del piloto y de las desarrolladas en la Universidad.

La estrategia de ASC: Agro+Competitivo fue implementada en una investigación aplicada que se realizó en el municipio de Manizales, Caldas, en la que participan 20 productores de musáceas objeto de intervención, actores de la Mesa para la Competitividad de Musáceas, investigadores de la UAM, jóvenes investigadores y expertos en creación de contenido y productos educucomunicativos. Para su desarrollo se aplicaron metodologías de investigación participativa y de Investigación para la acción y la toma de decisiones IAD. Para el desarrollo se ejecutaron tres fases: Diagnóstico, intervención y evaluación.

En el diagnóstico se identificó el nivel inicial de los siguientes indicadores: 1. Buenas prácticas agrícolas; 2. Principios de producción agroecológica; 3. Estándares de Negocios y emprendimientos verdes; 4. Principios de Comercio justo; 5. Prácticas de economía circular, para lo cual se tomaron como base las guías y estándares nacionales definidos por ICA para BPA, Ministerio de Medio Ambiente para Negocios verdes y los lineamientos, y metodologías definidas por la UAM y la Alcaldía de Manizales en los demás indicadores. En la etapa de intervención se definió la estrategia de ASC que se implementó mediante diálogos de saberes, día de campo, talleres cocreativos y la elaboración de productos educucomunicativos. En la etapa de evaluación se realizó un foro y una evaluación final de los indicadores de impacto en las cinco líneas de intervención.

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

Este proyecto fue revisado por el Comité de ética de la investigación, bioética y de integridad científica de la Universidad Autónoma de Manizales, donde se presentó la metodología detallada de la intervención y los protocolos para el trabajo con las comunidades. Se tuvieron en cuenta el consentimiento informado, los requeridos por *habeas data*, así como los permisos para los productos de apropiación social del conocimiento.

## Impacto

El conocimiento generado particularmente en Universidades y Centros de Investigación no cumple su función social si no es efectivamente apropiado por la población a la cual este conocimiento beneficia. La ASC es, por lo tanto, un componente fundamental de la gestión del conocimiento, convirtiéndose en pieza clave para mejorar la apropiación de ciencia y tecnología que contribuya a aumentar la productividad, la competitividad del campo y el cierre de las brechas urbano – rurales que actualmente existen en el país.

Todos los esfuerzos que se realicen por transferir y promover la apropiación de conocimiento científico y tecnológico en el marco de la sostenibilidad, que pueda contribuir a mejorar productividad y competitividad del sector agrícola, contribuirá a la reducción de la pobreza, la migración campo - ciudad, y a la seguridad, soberanía alimentaria y por extensión a la paz del país.

Los campesinos ven en el movimiento agroecológico una respuesta adecuada a sus necesidades actuales y a lo que los consumidores demandan de la producción agrícola: alimentos sanos, nutritivos y accesibles. Por ende, es importante seguir potenciando la ASC en agroecología.

## Recomendaciones

Dirigidas a Actores de la academia; pero, en particular, a universidades, investigadores e interesados en procesos de ASC.

Para poder transferir conocimiento que pueda ser apropiado por el público objetivo, en este caso productores agropecuarios, se requiere:

- Conocimiento profundo de la población meta (productores) y de su contexto familiar, social, cultural, económico, político y ambiental.
- Participación de esta población meta en la definición de sus necesidades, prioridades, problemáticas y oportunidades. Nadie conoce mejor las limitaciones y oportunidades de sus entornos que ellos mismos.
- El aprendizaje se realiza mediante procesos teórico – prácticos, en los cuales se aprende haciendo. En ese sentido, los días de campo han mostrado ser adecuados para sensibilizar y motivar el empleo de técnicas administrativas y agrícolas para el mejoramiento de sus procesos productivos.
- Para verificar la adecuada implementación se requiere acompañamiento periódico y permanente en la finca.
- Para multiplicar la implementación de las propuestas del movimiento Agroecológico en el mundo rural, los campesinos deben conocer experiencias exitosas, de ahí la importancia de las giras, las visitas de campo a fincas con avances en los procesos agroecológicos.

## Referencias

- Becerra, Liliana María (2012). Filosofía analítica y argumentación en la imagen pública del conocimiento. [Tesis para optar al título de Magíster en Filosofía]. Universidad de Caldas.
- Calderón Cuartas, P. A., & Flórez Yepes, G. Y. (2015). Valoración y análisis de indicadores de sostenibilidad en seis unidades de producción agropecuaria de la cuenca media del río Chinchiná. *Luna Azul*, 41, 73–88. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.5>
- Hecht, Susanna. (1999). La evolución del pensamiento agroecológico. In *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable: Vol. Capítulo 1*; 15–30.
- Ministerio de Agricultura (2021), *Cadena de Plátano*. Dirección de Cadenas Agrícolas y forestales.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021). *Resolución 0643. Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento*.
- Wezel, A., Herren, B. G., Kerr, R. B., Barrios, E., Gonçalves, A. L. R., & Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(6), 40. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>



Figura 1. Participación de la comunidad en el proyecto



# Medición del Riesgo financiero en los Mercados pertenecientes al MILA Post pandemia Covid -19

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 8.** Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo.

---

**Jairo Toro Diaz** | PhD. Administración y Dirección de Empresas.

*Correo electrónico: jtorod@autonoma.edu.co*

**Liseth Valeria Ortiz** | Estudiante perteneciente al semillero GIE y PyC, noveno semestre de Negocios Internacionales y Administración de Empresas.

*Correo electrónico: issethv.ortizl@autonoma.edu.co*

**Bryan Lizcano Vélez** | Estudiante semillero GIE, octavo semestre de Negocios Internacionales y Administración de Empresas.

*Correo electrónico: bryan.lizcanov@autonoma.edu.co*

■ Grupo de Investigación: **Empresariado.** ■

**Palabras clave:** Riesgo Financiero, Mercado de Capitales, MILA, Medición de Mercados de Valores, Bolsa de Valores

## Problema a resolver

Este proyecto se propuso analizar el comportamiento del riesgo financiero post pandemia Covid-19 en los mercados financieros que integran el Mercado Integrado Latinoamericano – MILA, con el fin de renovar el conocimiento que se tiene sobre los riesgos financieros en el MILA, que se desarrollan bajo el concepto de mercado accionario, el cual según Córdoba Padilla (2012): “Es donde se comercializan activos o instrumentos financieros que otorgan un derecho sobre flujos futuros de fondos de la empresa emisora a la empresa inversora, relacionado con la distribución de utilidades, ya que la empresa inversora posee acciones de la empresa emisora” (p. 140), y además: “Está compuesta por las acciones de empresas, ante la necesidad de recursos deciden no pedir prestado, sino aumentar su capital social mediante acciones” (p. 140).

MILA es un generador de oportunidades, alianzas y dinamismo para el mercado de capitales de la región. Gracias a la consolidación del MILA, los inversionistas locales y extranjeros tienen un mercado único de renta variable diversificado, amplio y atractivo en Latinoamérica. MILA, al ser el primer mercado con mayor número de emisores en Latinoamérica, permite que los inversionistas tengan más alternativas para invertir en instrumentos financieros en diferentes sectores productivos de las economías de los tres países. Actualmente, están disponibles más de 550 compañías en el marco de MILA aumentando la gama de productos de inversión en la región.

Entendiendo que esta investigación se rige bajo los conceptos de sistema financiero y de mercado accionario, se busca generar un conocimiento de los riesgos a los cuales se exponen las empresas que negocian en este mercado, que les permita generar estrategias para su prevención y manejo.

## Contexto del estudio

Se realizó la búsqueda de artículos científicos del 2021 al 2023, en donde se destacan cinco sobre este tema:

- Jeisen Paul Coela Araca (2021). Impacto del COVID-19 en la solvencia financiera de las empresas emisoras en la Bolsa de Valores Lima del sector industrial de consumo masivo en el periodo 2020.
- Kristie Marilu Borja Guido, Hristo Anthonny Neciosup Valderrama (2022). Reactivación económica post pandemia y su incidencia en la rentabilidad de la empresa Inversiones Bemor E.I.R.L., Chimbote.

- Housseman Steven Ramos Zambrano (2023). Riesgo financiero e incertidumbre en los mercados bursátiles en tiempo de COVID-19: Un análisis bibliométrico.
- Cajas, R. B. C., & Cárdenas, L. R. G. (2023). El riesgo crediticio post pandemia del COVID-19: una aproximación teórica.
- Marisol Rojas Pardo Yolanda Teresa Hernández Peña (2023). Enfoques, metodologías y variables de estudio de la percepción del riesgo en escenarios de pandemia: una revisión bibliográfica.

## Riesgo financiero

Cuando se discute una oportunidad de inversión, la creación o adquisición de un negocio o el desarrollo de un emprendimiento, entre otras actividades similares implícitamente se habla o se llega al tema del Riesgo de dicha inversión o iniciativa comercial; dicho riesgo ha sido tema de discusión entre los círculos de financieros, empresarios, inversionistas, corredores de bolsa e incluso entre la población común sin conocimientos financieros, cuestión que denota la importancia de la temática.

El riesgo financiero formalmente posee diversas definiciones que apuntan a destacar la misma dinámica, en este caso Romero Garzón (2019) la define como: “El riesgo financiero hace referencia a la incertidumbre producida en el rendimiento de una inversión, debido a los cambios producidos en el sector en el que se opera, la imposibilidad de devolución de capital por una de las partes y la inestabilidad de los mercados financieros”. De esta definición destacan aspectos vitales que arrojan luces para comprender eficientemente el riesgo financiero, sus características, elementos y posibles maneras de medirlo, como la incertidumbre, la cual es un elemento fundamental para comprender no sólo el riesgo financiero, sino la proximidad y comportamiento que un posible inversionista desarrolle a partir de la elección del quehacer con su dinero, si la inversión valdrá la pena o no e igualmente la manera de gestionarla y elegir entre unas u otras.

## Covid-19

El *Covid* es un virus que surge periódicamente en diferentes partes del mundo causando infecciones respiratorias agudas; es una gripe que puede llegar a ser leve, moderada o grave. El covid-19 ha sido catalogado por la Organización Mundial de Salud – OMS como emergencia en la salud pública de importancia internacional. Las personas se contagian de este virus cuando una persona enferma tose o estornuda y expulsa partículas del virus que entran en

contacto con otras personas causando el contagio. Cualquier persona puede ser contagiada sin importar la edad, ya que la enfermedad puede llegar a ser mortal, el virus causa una infección respiratoria aguda, esta puede producir fiebre, tos, secreciones nasales y malestar general.

El primer caso registrado de coronavirus fue detectado en china específicamente en Wuhan el 31 de diciembre de 2019; este virus en poco tiempo se propagó por todos los continentes del mundo, generando al 12 de julio de 2022, 6,3 mil personas fallecidas, la gran mayoría del continente americano.

Las interrupciones de las cadenas de producción globales generaron un desabastecimiento post-pandemia, ya que un producto puede tener partes que se fabrican en diferentes países, por lo que resulta fatal no contar con los insumos necesarios para la fabricación; un claro ejemplo son los carros, los cuales disminuyeron la venta drásticamente en el primer semestre del año 2021, pero a principios del año 2022 se dispararon sus ventas, las empresas comercializadoras no tenían carros en *stock* por problemas en la cadena de suministros, esto generó que hubiesen tiempos de espera de 4 o 5 meses para que llegara el carro.

La pandemia afectó de ese modo la economía nacional, teniendo grandes tasas de desempleo, desplome de la moneda nacional, afectando directa o indirectamente a muchas personas que trabajaban en la informalidad. Pese a todo, la economía colombiana ha tenido un crecimiento después de la cuarentena que ha sido progresivo, generando nuevamente empleos y unas mejores condiciones de vida si se comparan con las vividas en este periodo de aislamiento total.

En relación con los efectos de la pandemia en los mercados bursátiles, diferentes investigaciones han demostrado la alta susceptibilidad al tipo de riesgo biológico, de ahí el registro de pérdidas sustanciales en la primera mitad del 2020 (Botero, 2020), específicamente en el mes de marzo, donde los mercados de valores mundiales perdieron alrededor del 25% de su valor (Zhang & Al-Maadid, 2022), incluso en países como la India y los Estados Unidos, el COVID-19 colapsó en el 30% y 32% respectivamente (Rout, 2020).

Autores como Zhang & Al-Maadid (2022) resaltan que el efecto del Covid-19 en los mercados financieros es devastador, en comparación con otras crisis que se extendieron en el pasado, pues el estallido de esta pandemia ha resultado en una alta volatilidad de los mercados con pérdidas significativas, alto riesgo e incertidumbre constante.

Instituciones como World Economic Forum en el 2019 estimaron que el costo económico anual de una pandemia de esta categoría se encontraría alrededor de 570.000 millones USD; escenario que se acrecentaría por la baja capacidad de reacción de países en desarrollo, con pérdida económica de gran significancia y problemas en la esfera social.

## Mercado integrado latinoamericano -MILA

El propósito de este trabajo es estudiar el comportamiento del Mercado Integrado Latinoamericano en el contexto de postpandemia del Covid-19, específicamente estudiando el riesgo financiero de cada una de las bolsas de valores que lo integran, incluyendo la inflación como variable macroeconómica con el fin de obtener información precisa sobre el tipo de relación que estos factores puedan tener, ya sea directa o inversamente proporcional.

El MILA surge en el entorno actual de globalización, el cual: “Entró en operación el 30 de mayo de 2011, reuniendo así a la Bolsa de Valores de Colombia, la Bolsa de Comercio de Santiago, la Bolsa de Valores de Lima y la Bolsa Mexicana de Valores, así como de los depósitos devaluados, DCV, CAVALI e INDEVAL en un sólo mercado” (BVC, 2022), lo que facilitó a los inversionistas el acceso a diferentes mercados en pro a la diversificación de portafolios, disminuyendo las probabilidades del riesgo financiero (covarianza) y aumentando los niveles de competitividad.

Anteriormente, los inversionistas de países como Colombia, Chile, Perú y México sólo tenían acceso al mercado bursátil compuesto por las empresas locales, lo que aumentaba los niveles de riesgo financiero. El principal atractivo del MILA es que “Genera oportunidades de inversión en renta variable en más de 700 compañías, fortalece la interconexión entre más de 60 intermediarios que negocian bajo normas homologadas, hacen que la compensación y liquidación de operaciones sea fácil, segura, costo-eficiente y sin duplicidad de procesos” (BVC, 2022).

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

El proyecto tiene consideraciones de bajo riesgo, ya que no se trabaja con información en bases de datos y la información manipulada es pública y no tiene limitación de confidencialidad.

## Impacto

- La socialización de los resultados ha motivado para que empresas miren el Mercado MILA como una opción de diversificación de sus inversiones.
- El interés por parte editoriales para la publicación de los resultados que oriente al sector empresarial para la toma de decisiones entorno al riesgo financiero.

- La formación a nivel de pregrado y posgrado entorno a la medición del riesgo financiero por métodos alternativos al tradicional de Markowitz.

## Recomendaciones

Dirigidas a actores de la academia, empresa y el Estado; pero, particularmente, dirigidas a directores Gremiales y CEO o Gerentes de Empresas.

- Se recomienda que los países integrantes del MILA sigan fortaleciendo dicho mercado como una estrategia de diversificación del riesgo para las empresas de estos países, y el MILA como una plataforma robusta para la integración y dinamización económica regional.
- Las empresas y los gremios deben generar estrategias o replicar las usadas por las empresas para controlar o atenuar el riesgo financiero frente a eventos previsibles o eventos no controlables de alta susceptibilidad, como lo mostró la pandemia que pueden ser los riesgos biológicos.
- Generar alianzas estratégicas entre los empresarios de la región y permitir un acceso más amplio a activos en diferentes sectores productivos, independientemente de las condiciones económicas y políticas de cada país miembro.
- La pandemia debe obligar a los gobiernos a requerir constante información para la definición de políticas y toma de decisiones que permitan mejorar las condiciones del entorno económico y político que ayuden a mitigar los riesgos presentes en los diversos mercados.

## Referencias

- Botero, J., Londoño, L. y Montañez, D. (2020). Entorno internacional y posible impacto del COVID - 19 sobre la economía colombiana. En A. Torres. (Coord), Efectos económicos y sociales por COVID - 19 y alternativas de política pública. Un análisis para Antioquia y Valle de Aburrá (pp. 11 – 25). Editorial Universidad EAFIT. Disponible en: <https://www.eafit.edu.co/escuelas/economiayfinanzas/cief/Documents/Torres-Coord-2020-efectos-y-politicas-para-el-COVID-ant-y-amva.pdf>
- BVC. (2022). Título SEO o Título de la nota. Bvc.com.co. Disponible en: <https://bvc.co/mercado-integrado-latinoamericano>

- Córdoba Padilla, M. (2012). *Mercado de Valores*. Bogotá: Ecoe Ediciones
- Romero Garzón, O. C. (2019). *Riesgos en el Sistema Financiero*. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Rout, B., Das, N. & Merajuddin, M. (2020). COVID -19 and market risk: An assessment of the G-20 nations. *Journal of Public Affairs an International*, 21 (4). Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pa.2590>



# Línea base - diagnóstico sobre la situación de vida de las personas habitantes de calle, en calle o en riesgo de habitanza de calle en el departamento de Caldas, 2023

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 10.** Reducir la desigualdad en y entre los países.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Conocimiento e innovación para la equidad.

---

**Luisa Fernanda Buitrago Ramírez** | Magíster en Gestión Pública Aplicada.

*Correo electrónico: lbuitrago@autonoma.edu.co*

**Mónica Andrea Bernal Herrera** | Magíster en Ciencias Sociales.

*Correo electrónico: mbernal@autonoma.edu.co*

**Johanna Sánchez Londoño** | Magíster en Educación.

*Correo electrónico: johanna.sanchezl@autonoma.edu.co*

**Pamela Valencia Mosquera** | Magíster en Filosofía.

*Correo electrónico: pamela.valenciam@autonoma.edu.co*

**Jazmín Muñoz Gálvez** | Magíster en Filosofía.

*Correo electrónico: jmunozg@autonoma.edu.co*

**Paola Andrea Carmona Toro** | Doctora en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud.

*Correo electrónico: paola.carmonato@amigo.edu.co*

**Jaime Eduardo Gallego González** | Especialista en Sistemas de Control Organizacional y de Gestión.

*Correo electrónico: jaime.gallegog@autonoma.edu.co*

■ **Grupo de Investigación: Ética y Política.** ■

**Palabras clave:** Habitante de calle, habitante en calle, habitante en riesgo de calle, Políticas públicas, Derechos humanos.

## Problema a resolver

En el departamento de Caldas se ha evidenciado falta de conocimiento, por parte de diversos actores institucionales, sociales y comunitarios, sobre la población habitante de la calle y los procesos de prevención y acompañamiento a esta.

La ley 1641 de 2013, *Lineamientos para la formulación de la Política Pública Social para habitantes de la calle* - PPSHC, ordena al Estado y sus entidades territoriales implementar acciones de promoción, prevención y atención integral dirigidas a los habitantes de calle, en calle y en riesgo de habitanza en calle, de manera que pueda ser adoptada y operativizada la Política Pública Social para Habitantes de la Calle, con el propósito de lograr su atención integral, rehabilitación e inclusión social.

En ese sentido, se requieren estrategias enfocadas en la identificación, caracterización y restablecimiento de los derechos, en línea, no sólo con la Política Pública PPSHC, sino con los diversos mandatos judiciales que el Estado ha proferido al respecto, situaciones que resaltan la necesidad de atender prioritariamente este grupo poblacional.

Una de las formas para contribuir a este llamado y dar pasos firmes para la atención integral es la comprensión de la realidad de los habitantes de calle, en calle y en riesgo de calle en el Departamento de Caldas en la actualidad y en la región, de manera tal que se elaboren diagnósticos territoriales que sean fuente para el fortalecimiento de las capacidades institucionales e intersectoriales en torno a los servicios que se prestan desde el Departamento.

En ese sentido, la Dirección Territorial de Salud de Caldas - DTSC, desde la línea Habitantes de la Calle, une esfuerzos con la Universidad de Autónoma de Manizales y construye la línea base-diagnóstico sobre la situación de vida de las personas habitantes en y de calle, y en riesgo de habitanza del año 2023 en el departamento de Caldas.

## Contexto del estudio

Algunas de las razones por las cuales en Colombia no se cumple a cabalidad con el marco de los derechos humanos y la dignidad humana, es la deuda histórica del sector salud en la comprensión de las necesidades de las personas habitantes de, en calle y en riesgo de habitanza en calle; así como las lógicas de relacionamiento social reproducidas hacia dicha población, las cuales fomentan la alta discriminación, la violencia, los prejuicios y la estigmatización frente a los servicios sociales y de salud.

Ante este panorama, surge la necesidad de implementar acciones de promoción, prevención y atención integral dirigidas a los habitantes de calle,

en calle y en riesgo de habitanza en calle, de manera que pueda ser adoptada y operativizada la Política Pública Social para Habitantes de la Calle, que guarda coherencia con los instrumentos internacionales sobre los derechos humanos, el bloque de constitucionalidad y la ley 1641 de 2013. La ley en mención procura la protección y la inclusión social de la población objetivo a través de acciones intersectoriales que prevengan, mitiguen y reduzcan los daños causados por esta opción de vida

La Dimensión de Gestión Diferencial de Poblaciones Vulnerables, dentro de sus objetivos, plantea los lineamientos para la orientación y capacitación donde se solicita desde los entes territoriales de salud, realizar actividades de promoción y prevención; siendo necesario implementar acciones de fortalecimiento y capacitación, que sirvan para apoyar y fortalecer las acciones de promoción y prevención, atención integral, dirigidas a los habitantes de calle, en calle, personas en riesgo de la habitanza en calle y las instituciones relacionadas con el tema; entre ellos, la adopción y operativización de la Política Pública Social para Habitantes de la Calle (DTSC, p 2)

Asimismo, la Dirección Territorial de Salud de Caldas realizó en el año 2022 estrategias para Adoptar y operativizar dicha política, en el marco de la Ley 1641 de 2013 y se establecieron compromisos para dar continuidad con el acompañamiento a los municipios priorizados durante la vigencia 2023.

Es así como se requiere aunar esfuerzos con la academia para llevar a cabo esta estrategia donde la Universidad de Autónoma de Manizales con un enfoque de investigación que reúne un conjunto de pasos estructurados para la formulación y ejecución de investigaciones interdisciplinarias sobre problemas del territorio y que son identificados por actores públicos, privados o de la sociedad civil, el cual busca orientar desde la academia la toma de decisiones eficaces para el desarrollo de estrategias, programas y políticas. (DTSC, p. 2)

La entidad ha denotado una necesidad territorial en materia de realizar la línea base-diagnóstico sobre la situación de vida de las personas habitantes en y de calle, y en riesgo de habitanza en calle, lo cual puede llevarse a cabo mediante la coordinación del conjunto de acciones sectoriales, transectoriales y comunitarias para promover las condiciones sociales, de salud, económicas, políticas y culturales que permitan, desde un enfoque de derechos humanos, de género y diferencial, garantizar la promoción, protección y restablecimiento de los derechos de esta población, su atención integral, rehabilitación e inclusión social, así como la prevención de la habitanza en calle (DTSC, p. 7).

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

De acuerdo con la resolución 8430, esta investigación es considerada con riesgo mayor al mínimo, pues involucra menores de edad y personas habitantes de calle, en calle o en riesgo de habitanza en calle. Las implicaciones éticas con dicha población tienen que ver con la responsabilidad moral y la disposición autónoma de tomar decisiones y ser plenamente conscientes de las actividades que realizará el equipo de investigación. Para la ejecución del proceso metodológico se utilizaron consentimientos, asentimientos informados y cartas de aval de instituciones externas donde se realizó recolección de información.

Desde el enfoque IAD, cada investigación implica una intervención en un sistema cultural, moral o social existente; por lo cual “la acción sin daño”, acompañada de la confidencialidad, la responsabilidad institucional y cuidado de la integridad de los investigadores y participantes son claves para la consecución de los objetivos de la presente investigación.

Asimismo, el proceso de diagnóstico situacional de habitanza en calle incluye una modalidad específica de descripción ligada al enfoque metodológico de las ciencias sociales de observación participante; por lo cual el investigador también se encuentra inmerso en la realidad social que pretende analizar y a partir de la cuál realizará una descripción ética (Headland, Pike & Harris, 1990) que tiene un indudable carácter externo, objetivo y exhaustivo, haciendo referencia a categorías previamente explicitadas y respetando el protocolo establecido para el trabajo de campo, además de la actitud científica requerida para el desarrollo del mismo y su posterior sistematización y análisis.

## Impacto

Como resultado de este ejercicio investigativo, los datos recogidos en las jornadas de trabajo de campo llevadas a cabo en los municipios priorizados de Chinchiná, Viterbo, La Dorada y Salamina, a través de la aplicación de entrevistas y talleres con la población habitante de calle, habitante en calle, población en riesgo de calle, y funcionarios y/o representantes institucionales, muestran la imperativa necesidad de *territorializar* la Política Pública Social para Habitantes de Calle 2022-2031 del nivel nacional, por cuanto la particularidad propia del fenómeno de la habitanza en calle en Caldas así lo requiere.

El levantamiento de la línea de base-diagnóstico sobre la situación de vida del habitante de calle, en calle, y de las personas en riesgo de calle (DTSC, 2022, p. 2) permitió conocer de cerca la naturaleza del problema desde los rostros, las calles, las posadas y los cambuches de las personas directamente involucradas, dando cumplimiento al artículo N.4 de la ley 1641 de 2013 que indica la

importancia de desarrollar líneas de base sobre la habitanza en calle a través de métodos cualitativos para poder construir los parámetros de intervención social en las consiguientes fases de la política pública (formulación, implementación, seguimiento y evaluación).

## Recomendaciones

### Dirigidas a actores de la academia, la empresa, el Estado y la sociedad civil.

- Se recomienda la formulación de una Política Pública de habitanza en calle para el departamento, que requiere de una fase de trabajo de campo de mayor cobertura que se logra sólo mediante un ejercicio de formulación de política pública.
- En vista de la ausencia de datos actualizados suministrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), relativos a la caracterización demográfica y socioeconómica de las personas habitantes de calle en Caldas, la *territorialización* de la Política Pública Social para Habitantes de Calle (PPSHC) 2022-2031 amerita de un fuerte componente participativo que incluya nuevamente las voces de los actores involucrados como columna vertebral en la validación de las líneas estratégicas generales trazadas desde el nivel nacional para ser contrastadas con las necesidades y potencialidades de cada municipalidad en el departamento, ya rastreadas desde este ejercicio diagnóstico situacional.
- El proceso de formulación de la Política Pública de habitanza en calle para Caldas PPHCC debe estructurarse desde los enfoques intersectorial e interinstitucional para garantizar que todos los esfuerzos dentro del sector público y desde la cooperación/ articulación estratégica con el sector privado, el tercer sector, la academia y la ciudadanía, pueda forjarse un amplio sentido de *corresponsabilidad* en la solución del problema público.
- Una política pública de habitanza en calle para Caldas deberá priorizar los objetivos trazados en el Decreto 1285 de 2022 orientados hacia el desarrollo de acciones afirmativas para las personas marginadas, en clave de la prevención de la habitanza en calle, así como en garantizar la atención integral, la rehabilitación y la inclusión social de las personas en condición de calle para dar óptimo cumplimiento a los fines del Estado.

- La operativización del marco normativo de la habitanza en calle precisa que, al momento de diseñar los lineamientos de la Política Pública, se incluyan en el *quehacer* de la política los enfoques de derechos humanos, de género, interseccional, de ciclo vital, enfoque de curso de vida y enfoque territorial para abordar, tanto eficazmente como eficientemente el fenómeno de la habitanza en calle, dada la heterogeneidad de características demográficas y socioeconómicas de la población habitante de y en calle por cada subregión del departamento, según la información recolectada en este ejercicio diagnóstico.
- Asimismo, se necesita una política pública de habitanza en calle que armonice las tensas relaciones entre los actores involucrados en el problema público, mediante estrategias enfocadas en la resolución de conflictos y orientadas a canalizar los esfuerzos de todos los sectores, actores y personas de a pie involucradas, salvaguardando las garantías a los derechos humanos y constitucionales de las personas habitantes de calle y en calle, de parte de los ciudadanos de a pie, las familias, las instituciones del Estado, la fuerza pública, las Organizaciones de la Sociedad Civil, el sector religioso y el sector privado. Armonizar estas relaciones, asegurar vínculos respetuosos entre las partes y canalizar sus capacidades y recursos allanará el camino para una política pública de alto impacto que sea capaz de llevar a la práctica el principio de cooperación con el objetivo de prevenir la habitanza en calle, mejorar la calidad de vida de las personas que habitan la calle y reintegrar socialmente a las personas que decidan superar esta condición de vida, aunando todos los esfuerzos *entre* los actores y *desde* los sectores sobre los que recae el amplio sentir de la *corresponsabilidad social*.
- Es clave formular lineamientos de política pública de habitanza en calle con un *enfoque transversal entre políticas públicas* locales y departamentales, con el fin de garantizar una intervención estratégica e integral desde la administración departamental, por ejemplo: transversalizar la política de habitanza en calle con las políticas públicas de equidad de género, de juventud, de envejecimiento y vejez, de trabajo digno, de salud mental y prevención y atención al consumo de sustancias psicoactivas (SPA), con las organizaciones de la sociedad civil y con políticas públicas del sector religioso.
- Es importante continuar aunando esfuerzos entre el sector público y la academia para dar garantía en la *trazabilidad de los procesos que componen el ciclo de las políticas públicas*. El levantamiento de la línea de base-diagnóstico situacional, como fase preliminar, es la base para dar el salto hacia la etapa de formulación de la política pública de habitanza en calle para Caldas. Por tal razón, se invita a los tomadores de decisiones a continuar el proceso de evolución de la política pública, de la mano de la academia, considerando

que esta articulación entre sectores es más que primordial para la cohesión, armonización e interrelación estratégica entre las fases de la política pública.

## Referencias

Congreso de la República de Colombia (2013). “Ley 1641 de 2013, por la cual se establecen los lineamientos para la formulación de la política pública social para habitantes de la calle y se dictan otras disposiciones”.

Dirección Territorial de Salud de Caldas DTSC; (2022). Documento “Sistema de Gestión de Calidad. Proceso planeación estratégica. Procedimiento, formulación, implementación y seguimiento. Plan de acción y POAI. Análisis del sector”.

Dirección Territorial de Salud de Caldas - DTSC (2022). Documento Sistema de Gestión de Calidad. Proceso de gestión jurídica. Proceso de gestión de la contratación. Estudio previo convenio de asociación.

Headland, T. N., Pike, K. L., & Harris, M. (1990). *Emics and etics: The insider/outsider debate*. Sage Publications.



Figura 1. Imagen del folleto de divulgación del proyecto



# Determinantes del crecimiento económico de los países fundadores de la Alianza del Pacífico y la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (1980-2016)

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 8.** Fomentar el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo.

---

**Daniel Osorio Barreto** | Ph.D. en Ciencias Económicas PUJ.

*Correo electrónico: dosoriob@autonoma.edu.co*

**Carlos David Cardona Arenas** | Ph.D. en Ciencias Económicas PUJ.

*Correo electrónico: carloscardona@umanizales.edu.co*

**Cristian Felipe Jiménez Varón** | Ph.D. en Estadística KAUST.

*Correo electrónico: cristian.jimenezvaron@kaust.edu.sa*

**José Hernán Parra Sánchez** | Maestría en Economía.

*Correo electrónico: jhparrasa@unal.edu.co*

**Pedro Pablo Mejía Rubio** | Economista UAM.

*Correo electrónico: pedropmejia@autonoma.edu.co*

**Juan Manuel Cardona Duque** | Economista UAM.

*Correo electrónico: juanmcardonad@autonoma.edu.co*

■ Grupo de Investigación: **Empresariado.** ■

**Palabras clave:** crecimiento económico, leyes de Kaldor, industrialización, cambio estructural.

## Problema a resolver

La presente investigación analiza los determinantes del crecimiento económico a la luz de la teoría kaldoriana de los países fundadores de los bloques económicos de la Alianza del Pacífico y la Asociación de Naciones de Sudeste Asiático para el período 1980 a 2016, haciendo énfasis en cómo el fortalecimiento industrial favorece la inserción de las economías en mercados internacionales aprovechando las ventajas de la globalización mediante la vinculación a bloques económicos. Para el análisis de los determinantes de crecimiento económico se propone un análisis por país y por bloque, con el fin de identificar, basado en modelos econométricos de series de tiempo y datos panel, evidencias de convergencia/divergencia entre países y bloques, y la identificación de sus principales motores de crecimiento económico.

## Contexto del estudio

Diferentes estudios han contrastado esta dinámica económica desde los determinantes del crecimiento. Para algunos autores el capital humano tiene una incidencia directa en el crecimiento, entre mayor sea el nivel de educación mayor será la capacidad productiva del país (Romer, 1990); además permitirá generar procesos de cambio tecnológico desde la adquisición de tecnologías. Asimismo, algunos académicos han planteado que los cambios en la demanda agregada generan cambios estructurales en la economía incentivando su crecimiento (Hidalgo & Hausmann, 2009), y otros han planteado la importancia de la IED como capacidad de acumulación y generación de industrias, las cuales a largo plazo generan crecimiento económico (Tekin, 2012).

De manera específica para los bloques que se analizan es relevante destacar el estudio de Elson (2006) quien, en un estudio comparativo, revisa las diferentes políticas de desarrollo y las características macroeconómicas comprendidas entre los años 1980-2001 en cada uno de los países que hacen parte de América Latina y el Este asiático para determinar cuáles son algunas de las lecciones que se pueden extraer de la experiencia reflejada en las diferentes políticas de desarrollo y su evolución a través del tiempo. Este concluye, en primer lugar, que la estabilidad macroeconómica, acompañada de la estabilidad y eficiencia del sector financiero son factores sustanciales para el crecimiento económico. En segundo lugar, las condiciones operativas en los países afectan los flujos de Inversión Extranjera Directa (IED), y, por ende, la dinámica comercial. Finalmente, la experiencia en el este asiático indica que las instituciones tienen la capacidad de adaptarse constantemente a los diferentes contextos específicos a diferencia del caso de América Latina, donde las débiles instituciones no afectan de manera positiva el crecimiento económico.

Ahora bien, frente a la relevancia del fortalecimiento industrial sobre el crecimiento económico es fundamental destacar los aportes de Kaldor (1970), quien realiza un examen profundo de la dinámica detrás del principio de causación circular acumulativa, incorporando, desde una perspectiva endógena, tres leyes que sintetizan sus determinantes centrales de crecimiento: i) correlación entre el crecimiento del producto industrial y el crecimiento PIB; ii) estrecha relación entre la tasa de crecimiento de la productividad industrial y el crecimiento económico y iii) relación positiva entre la tasa de crecimiento de la productividad de toda la economía y la tasa de crecimiento del sector industrial (esta relación es negativa con el aumento del empleo en los sectores no industriales). De esta manera, a diferencia de los modelos de crecimiento endógeno modernos que aceptan rendimientos crecientes a escala en la función de producción, Kaldor (1975) se inclina por tratar los rendimientos crecientes como un efecto macroeconómico, es decir, como un resultado de la especialización y la diversificación de los sectores y las industrias (Moreno, 2008; Lucas, 1988). Así, Kaldor (1975) reconoce que el fuerte crecimiento de las naciones más prosperas obedeció al desarrollo del sector industrial donde es posible identificar este proceso primero en Inglaterra, posteriormente Francia, Alemania, Estados Unidos, Japón y algunos países del sudeste asiático.

En esta vía, Syrquin & Chenery (1989) comprenden el crecimiento económico desde la óptica de la composición sectorial de una economía, analizando 108 economías durante el período de 1950 a 1983 con la intención de proveer medidas más exactas sobre la transformación estructural en los procesos de desarrollo; identificando, además, que el proceso de crecimiento está caracterizado por dos etapas: i) transición de una economía agraria con bajos ingresos a una economía con un fuerte componente industrial y ii) paso a una economía caracterizada por una composición sectorial con participación constante de la industria y un aumento de la participación del sector servicios. Por otra parte, identifican como elemento sustancial que las estrategias de apertura son superiores a aquellas que se basan en el desarrollo hacia adentro.

Cuando se habla de rendimientos crecientes se hace referencia a tres tipos de mecanismos: la economía interna, las externalidades y la causalidad acumulativa. Este último aspecto incluye círculos virtuosos de acumulación de capacidades, economías de coordinación (debido a la interacción entre economías de escala) y tamaño de mercado (demanda); específicamente, se considera la causalidad acumulativa propuesta por Kaldor (1961) que comprende el siguiente círculo virtuoso: inversión ( $I$ ) para aumentar la productividad ( $\beta$ ), la cual incide en el nivel de exportaciones ( $X$ ) y estimula el crecimiento económico ( $g$ ), llevando a nuevos niveles de inversión ( $I-\beta-X-g$ ).

Según Chica (2007a, 2007b), es clave tener en cuenta los siguientes mecanismos de la causación acumulativa kaldoriana: i) conexión lineal entre acumulación de capital e innovación tecnológica, (ii) coordinación de las

economías desde la estructura del mercado laboral y los tipos de división del trabajo y, (iii) la relación positiva entre productividad y nivel de producción.

Para finalizar, es clave destacar los aportes de Chica, Guevara, López y Osorio (2012) los cuales tienen como objetivo principal la realización de un análisis comparado algunos países de América Latina y Este Asiático con el fin de determinar cómo la globalización (con variables como las exportaciones, la IED y los flujos de portafolio) ha impactado a través del tiempo los motores de crecimiento económico tradicionales (inversión, crecimiento industrial y ahorro). Según los autores, el papel del capital y la capacidad de acumulación de la innovación tecnológica se encuentran estrechamente relacionados en la manera en que estos factores permiten tener un crecimiento sostenido a través de aumentos en la productividad laboral, obtenidos a partir de mecanismos que dan lugar a rendimientos de capital no decrecientes.

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

Las bases de datos utilizadas y analizadas para los modelos econométricos fueron de acceso abierto tales como Banco Mundial y Penn World Table.

## Impacto

Divulgación académica a través del artículo científico “Determinants of Economic Growth in Determinants of Economic Growth in Founder Countries of the Pacific Alliance Founder Countries of the PA and the ASAN and the Association of Southeast Asia Nations: Approach from a Systematic Literature Review”, publicado en la Revista *Equidad y Desarrollo*, como referente actualizado frente a estudios de crecimiento económico comparado.

## Recomendaciones

Dirigidas a actores de la academia, la empresa y el Estado; pero, en particular, dirigidas a los sectores público y privado comprometidos con el desarrollo productivo.

- Dado que existen pocos trabajos relacionados con el estudio de los determinantes del crecimiento económico desde el enfoque kaldoriano,

existe un *gap* de literatura que puede seguir siendo abordado por investigaciones futuras enfocadas a trabajos comparados.

- La política industrial y la banca de desarrollo juegan un papel esencial en la dinamización del crecimiento económico de las economías, siguiendo el ejemplo del este asiático, lo cual implica para los países latinoamericanos de planteamiento de apuestas de desarrollo productivo de largo aliento con focalizaciones sectoriales. En este sentido, la industria manufacturera y servicios soportados en mediana y alta tecnología se erigen como el núcleo de las economías del siglo XXI.
- La dinamización de las variables asociadas al círculo virtuoso kaldoriano siguen vigentes después de su postulación en décadas pasadas. En este sentido, la productividad como semilla de la competitividad juega un papel central para la dinamización de las exportaciones y la inversión.

## Referencias

- Chica, R. (2007a). *Elementos de Política de Desarrollo Productivo*. Universidad Autónoma de Manizales.
- Chica, R. (2007b). *Latinoamérica frente a la globalización: una estrategia alternativa de desarrollo*. Universidad Autónoma de Manizales.
- Chica, R., Osorio, D., Guevara, O., y López, D. (2012). Growth Determinants in Latin America and East Asia: has globalization changed the engines of growth? *Coyuntura Económica*, XLII(1), 161-203.
- Elson, A. (2006). The Economic Growth of East Asia and Latin America in Comparative Perspective. *World Economics*, 7(2), 97-114.
- Hidalgo, C. and Hausmann, R. (2009) The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(26), 10570 – 10575.
- Kaldor, N. (1970). The Case for Regional Policies. *Scottish Journal of Political Economy*, 17(3), 337-348.
- Kaldor, N. (1961). *The theory of Capital*. Macmillan & Co.
- Kaldor, N. (1975). Economic growth and the Verdoorn Law--A comment on Mr. Rowthorn's article. *The Economic Journal*, 85(340), 891-896.
- Lucas Jr, R. E. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.

Moreno, Á. M. (2008). Kaldor Endogenous Economic Development Laws: The Colombian Case. *Revista de Economía Institucional*, 10(18), 129-147.

Romer, P. (1990) Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.

Syrquin, M., and Chenery, H. B. (1989). *Patterns of Development, 1950 to 1983* (Vol. 4, p. e867). World Bank.

Tekin, R. B. (2012). Economic Growth, Exports and Foreign Direct Investment in Least Developed Countries: A Panel Granger Causality Analysis. *Economic Modelling*, 29(3), 868-878.

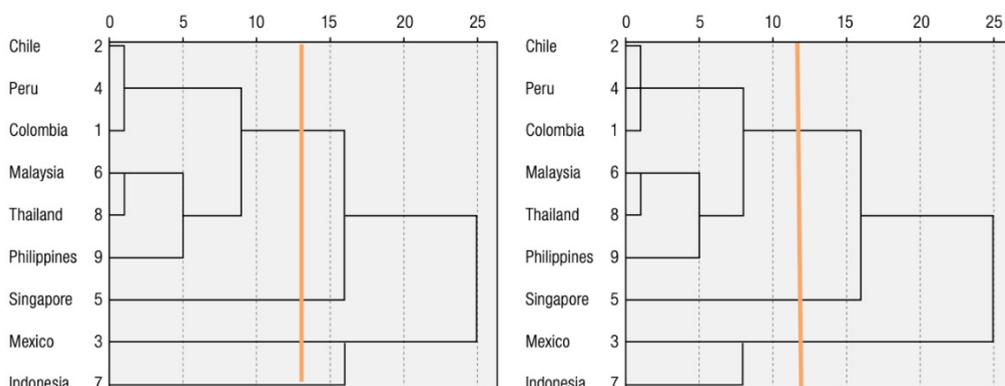
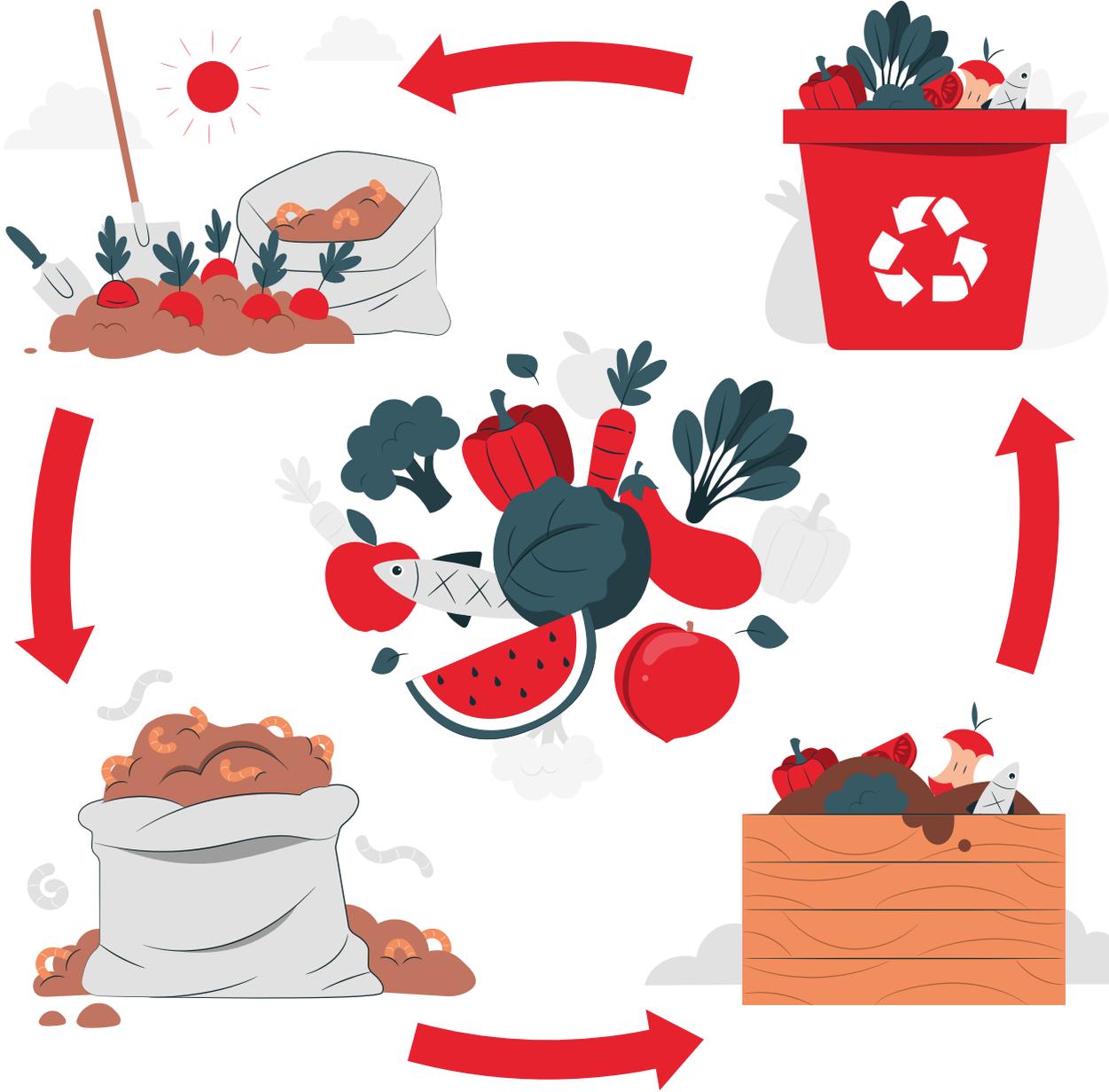


Figura 1. Análisis clúster 2000-2009 y 2010-2018



# Revalorización de descartes de origen vegetal generados en la transformación de productos gastronómicos

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 12.** Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo.

---

**Catalina Rocha Ruiz** | Magíster en Creatividad e innovación en las organizaciones.

*Correo electrónico: crochar@autonoma.edu.co*

**Diana Yomali Ospina López** | Doctora en Ingeniería Industrial y Gestión.

*Correo electrónico: dianaospina@autonoma.edu.co*

**Eddy Yhomara Rúa Osorio** | Magíster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

*Correo electrónico: eddy.rua@colmayor.edu.co*

**Cristina Inés Álvarez Barreto** | Doctora en Ingeniería de alimentos.

*Correo electrónico: cristina.alvarez@ucaldas.edu.co*

■ Grupos de Investigación: **Diseño y Complejidad –UAM / Diseño mecánico y desarrollo industrial –UAM / Grupo de investigación empresarial turístico (GIET) –Colmayor / Alimentos y agroindustria -Ucaldas.** ■

**Palabras clave:** desperdicio alimentario, pérdidas alimentarias, descartes vegetales, sensorial, revalorización gastronómica.

## Problema a resolver

La pérdida y el desperdicio de alimentos, en todas las etapas de la cadena de abastecimiento y transformación se han convertido en un tema de gran preocupación. Según La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para el año 2019, aproximadamente 931 millones de toneladas de alimentos destinados al consumo humano se desperdiciaron, entre hogares, minoristas, restaurantes y otros servicios alimentarios, es decir, el 17% del total de alimentos disponible para los consumidores en dicho año. A nivel mundial, el desperdicio de alimentos por consumidor es alrededor de 121 kilogramos al año, una problemática con un impacto ambiental, social y económico (FAO, 2020). La pérdida y desperdicio de alimentos (PDA) incrementa la inseguridad alimentaria, haciendo menos accesibles los alimentos a los grupos poblacionales más vulnerables; adicionalmente, dificulta la transición a sistemas alimentarios ambientalmente sostenibles y genera un aumento en la producción de desechos (FAO, 2019).

La PDA en todas las etapas de la cadena de abastecimiento y transformación se ha convertido en un tema de gran preocupación. La FAO (2020), en el marco de los objetivos del desarrollo sostenible (ODS), establece a nivel mundial acciones para mitigar el hambre, disminuir la inseguridad alimentaria y la malnutrición (ODS 2) y garantizar las modalidades de consumo y producción sostenibles (ODS 12) (ONU, 2020).

En los restaurantes y programas de enseñanza de gastronomía, el diseño del menú y el emplatado son muy importantes. En estos procesos se pretende utilizar las partes más vistosas de un producto y generar cortes técnicamente perfectos, pero esto genera una serie de descartes, que siguen siendo comestibles, pero que usualmente van a parar a los residuos. Pensar en una solución para el uso de las partes sobrantes requiere tiempo y para los restaurantes y programas es más fácil tirar a la basura el producto sobrante que gastar un tiempo en diseñar nuevas formas de aprovecharlos. Si no se cuenta con un plan de manejo para las partes del producto que no se utilizan por ser estéticamente incorrectas se tiene un problema de diseño (Quiñones, 2018); de ahí la importancia de buscar alternativas para revalorizar los descartes de origen vegetal obtenidos en la elaboración de productos gastronómicos, enfocándose en la creación de nuevos alimentos.

## Contexto del estudio

En Colombia, en el año 2019, se aprobó la política pública para prevenir las pérdidas y desperdicios de alimentos bajo la Ley 1999 de 2019. El objetivo de esta Ley es establecer medidas para reducir el fenómeno de desperdicio de

alimentos, contribuyendo al desarrollo sostenible desde la inclusión social, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico.

Para el sector de la restauración, los desperdicios se relacionan como descartes generados del proceso de transformación de los alimentos, ya sea en el diseño de un menú o en la enseñanza de una técnica culinaria, por ejemplo, en un programa de gastronomía se llegan a producir hasta 9 kg de residuos por día en un sólo taller, siendo aproximadamente 2/3 de estos residuos aprovechables como alimentos. Es indispensable desde estos sectores, establecer acciones que fomenten la disminución del desperdicio de alimentos o el aprovechamiento máximo de los mismos.

En la actualidad, ni los restaurantes, ni los programas de formación en gastronomía dedican el tiempo suficiente para generar prácticas más ecológicas que permitan disminuir el desperdicio de alimentos o el aprovechamiento máximo de los mismos; sin embargo, emplear leyes y políticas a nivel local, regional e internacional pueden llegar a tener una gran influencia (Quiñones, 2018.)

La reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos se considera una buena manera de reducir los costos de producción y aumentar la eficiencia del sistema alimentario, mejorar la seguridad alimentaria y la nutrición, y contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente (FAO, 2019.). Los programas de formación en gastronomía tienen un papel fundamental en el logro de las metas del ODS 12, educando a los futuros cocineros, ayudando a reducir los desechos, reflexionando en el momento de formar a los estudiantes y asegurándose de no desperdiciar alimentos aptos para el consumo humano (ONU, 2020).

No existe una definición común de pérdida y desperdicio de alimentos, las definiciones son diferentes en varias dimensiones, la FAO (2019) la define como: “La reducción de la cantidad o la calidad de los alimentos a lo largo de la cadena de suministro alimentario” (p. 4), pero también hace una distinción entre pérdida de alimentos y desperdicio de alimentos, entendiéndolo primero como: “El resultado de las decisiones y acciones de los proveedores”; y el segundo como: “El resultado de las decisiones de compra de los consumidores o las decisiones de los minoristas y los proveedores de servicios alimentarios que inciden en el comportamiento del consumidor” (FAO, 2019, p. 5). Es decir, la PDA se refiere a todos aquellos alimentos, destinados al consumo humano, que no son finalmente aprovechados por mala gestión en toda la cadena alimentaria (Del Noval & Prado, 2018, p. 4).

Los descartes alimenticios hacen referencia a “(...) aquellas partes de la materia prima que no son consideradas para el consumo humano desde un inicio” (Del Noval & Prado, 2018, p. 4). Algunos ejemplos de descartes que se generan son las ramas fruto del deshoje de las hierbas aromáticas, las semillas, las cáscaras y las hojas. Estos productos son dejados de lado durante diferentes procesos de transformación gastronómica y han sido visto como insumos carentes de valor por desconocimiento o falta de sensibilidad (Del Noval & Prado, 2018, p. 9).

El concepto de revalorización está referido al aprovechamiento de un residuo sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo (Ministerio del Medio Ambiente, 1997). Este aprovechamiento se basa en encontrar un uso diferente o no convencional para no generar pérdidas en el sector económico, pero principalmente en este caso de evitar la contaminación, la PDA y poder contribuir a la disminución de hambre en el mundo (Ministerio del Medio Ambiente, 1997).

Entendiendo la diferencia entre pérdida, desperdicio y descarte alimentario; se puede comprender que los descartes pueden ser aprovechables de la misma manera que cualquier otra materia prima de calidad (Del Noval & Prado, 2018, p. 9). Esto quiere decir que deben ser revalorizados, es decir, que puedan para generar un nuevo uso o alimento.

## **Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica**

En el desarrollo del proyecto se tuvieron en cuenta consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica, en consonancia con la normativa vigente en Colombia, específicamente, el proyecto se alineó con la Ley 1999 de 2019, que establece la política pública para prevenir las pérdidas y desperdicios de alimentos. Esta ley, cuyo objetivo es reducir el desperdicio de alimentos y contribuir al desarrollo sostenible mediante la inclusión social, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico, permitió guiar las acciones del proyecto. En este contexto, no sólo se promovió la reducción de residuos, sino que también se fomentó el aprovechamiento integral de descartes vegetales, priorizando su reutilización en la cadena alimentaria.

Desde una perspectiva bioética, se aseguró que los productos revalorizados fueran seguros para el consumo humano, cumpliendo con las normativas de inocuidad alimentaria. Se siguieron lineamientos de buenas prácticas de manufactura (BPM) en la caracterización microbiológica y bromatológica de los productos, garantizando su calidad y seguridad.

En términos de integridad científica, el proyecto adoptó estrictos protocolos de transparencia y rigor en la recolección y análisis de datos, alineándose con la Ley 1999 al sensibilizar y responsabilizar a los actores de la cadena productiva para un manejo adecuado de los alimentos. Esto reforzó el compromiso del proyecto con la ética, la sostenibilidad y la excelencia científica.

## Impacto

El proyecto generó impactos significativos en diversas áreas al abordar la problemática del desperdicio de alimentos mediante el aprovechamiento de descartes de origen vegetal (DOV). En primer lugar, la sistematización de 20 recetas permitió transformar los DOV en productos gastronómicos viables y atractivos, demostrando que los subproductos vegetales, como cáscaras y semillas, pueden ser ingredientes valiosos en la cocina. Esta iniciativa no sólo contribuyó a la reducción del desperdicio, sino que también amplió el repertorio culinario y fomentó la creatividad en el uso de recursos disponibles.

Además, el diseño e implementación de un protocolo de manejo de residuos específico para el programa de gastronomía de la institución involucrada representa un avance hacia la sostenibilidad en la educación culinaria. Este protocolo no solo optimiza la gestión de residuos dentro de los talleres de cocina, sino que establece un modelo replicable que puede ser adoptado por otras instituciones educativas.

La creación de una cartilla y cinco videos de divulgación es otro impacto destacado del proyecto. Estos materiales educativos son herramientas valiosas para sensibilizar y educar, tanto a estudiantes como a profesionales del sector gastronómico, sobre la importancia de reducir el desperdicio de alimentos. Además, al llevar el proyecto a FENALCO (Federación Nacional de Comerciantes) para la capacitación de empresarios del sector de restaurantes, se logró ampliar el alcance de la iniciativa, involucrando a la industria en la adopción de prácticas sostenibles. Este paso es crucial para lograr un cambio a mayor escala, promoviendo una cultura de aprovechamiento y manejo responsable de los recursos en el sector gastronómico.

## Recomendaciones

Dirigidas a la sociedad civil, pero específicamente a la academia y los programas de enseñanza de gastronomía, y a empresas del sector de alimentos y gastronomía.

### Para futuros trabajos y/o investigaciones

- Se recomienda ampliar los estudios e incluir descartes de origen animal para evaluar el aprovechamiento de estos. Profundizar, además, en el análisis nutricional de los productos elaborados con el fin de garantizar que ofrecen beneficios nutricionales y/o funcionales. Se recomienda también

profundizar en la evaluación de inocuidad frente a restos de pesticidas que puedan generar trazas en estas revalorizaciones. Investigaciones futuras pueden enfocarse en evaluar el impacto ambiental de la implementación de este tipo de proyectos.

- *Para restaurantes* Se sugiere que los restaurantes incorporen recetas elaboradas con descartes vegetales en sus menús, no sólo como una estrategia de sostenibilidad, sino como una oportunidad para ofrecer platos innovadores y únicos que atraigan a un público consciente del medio ambiente, pero para esto se requiere capacitación continua apoyada por la academia para asegurar una implementación exitosa. Fomentar también alianzas con agricultores y proveedores locales para aprovechar los descartes vegetales desde el origen, reduciendo así la pérdida en la cadena de suministro y garantizando productos frescos para el restaurante.

## Para programas de formación en gastronomía

- Se recomienda incorporar módulos específicos sobre el aprovechamiento de descartes vegetales y la gestión sostenible de la cocina en los planes de estudio, lo que preparará a los futuros cocineros para operar negocios gastronómicos de manera sostenible. Desarrollar proyectos prácticos que involucren a los estudiantes en la identificación, transformación y valoración de diferentes tipos de descartes, permitiéndoles aplicar lo aprendido en un entorno real.
- Los programas de formación en gastronomía tienen un papel activo en la sensibilización sobre la reducción del desperdicio de alimentos, no sólo entre sus estudiantes, sino en la comunidad en general, a través de eventos, talleres y colaboraciones con organizaciones externas, promoviendo prácticas sostenibles en la gastronomía, tanto a nivel educativo como en la industria, contribuyendo a un futuro más responsable y consciente en la gestión de recursos alimentarios.

## Referencias

- Del Noval, B., & Prado, D. (2018). Descartes Revalorización Gastronómica.
- FAO (2019). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma. Recuperado de <https://www.fao.org/3/ca603oes/ca603oes.pdf>
- FAO. (2020). Guía práctica para la incorporación de soluciones a las pérdidas y los desperdicios alimenticios. Obtenido de <https://www>.

fao.org.co/PublicacionesFAOCO/Guia%20practica%20para%20la%20incorporacion%20de%20soluciones%20a%20las%20perdidas%20y%20desperdicios%20de%20alimentos.pdf

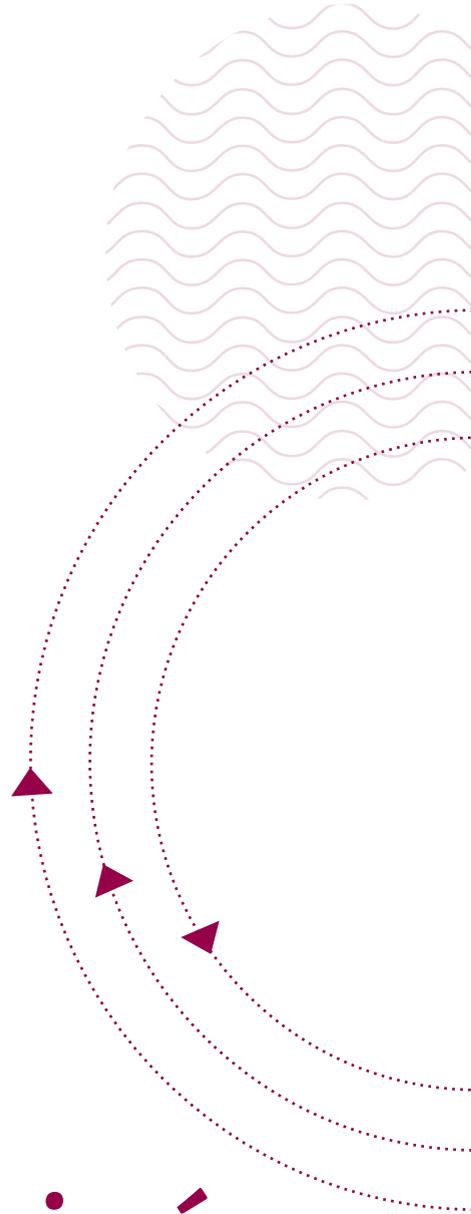
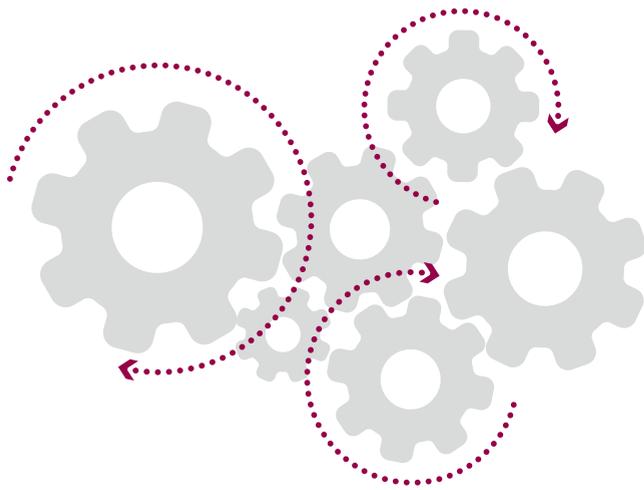
Ministerio del Medio Ambiente (1997). *Política para la gestión integral de residuos*. República de Colombia.

ONU (2020). Objetivos de desarrollo sostenible. Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Recuperado de. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>

Quiñones, L (2018). El desperdicio de comida, una oportunidad para acabar con el hambre. Noticias ONU. Naciones Unidas. Recuperado de <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443382>



Figura 1. Harina de semillas de zapallo y cascara de chontaduro.



**Ingenierías**



# Falla mecánica de instrumentos endodónticos fabricados con aleación NiTi que operan en condiciones de bajo ciclaje

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades. **No. 9.** Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Conocimiento e innovación para la equidad.

---

**Yenny Marcela Orozco Ocampo** | Ph. D. en Ingeniería.

*Correo electrónico: yorozco@autonoma.edu.co*

**Francy Nelly Jiménez García** | Ph. D. en Ingeniería.

*Correo electrónico: francy@autonoma.edu.co*

**César Augusto Álvarez Vargas** | Ph. D. en Ingeniería Mecánica.

*Correo electrónico: dekinov@autonoma.edu.co*

**Daniel Escobar Rincón** | Ph. D. en Física.

*Correo electrónico: daniel.escobar@ucaldas.edu.co*

■ Grupos de Investigación: **Grupo de Investigación en Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial; Grupo de Investigación en Física y Matemáticas. CDT INNVESTIGA.** ■

**Palabras clave:** Instrumentos endodónticos, aleación NiTi, fractura, caracterización morfológica, caracterización estructural.

## Problema a resolver

En las áreas de la endodoncia y el comportamiento mecánico de materiales persiste una problemática relacionada con la fractura repentina de los instrumentos endodónticos fabricados con aleación Níquel-Titanio (NiTi). A pesar de los avances en materia de investigación, todavía no se ha alcanzado una comprensión plena de la fenomenología de la falla.

Los instrumentos endodónticos para el tratamiento de conductos radiculares se han transformado significativamente, principalmente porque las aleaciones de NiTi han sustituido al tradicional acero inoxidable, el cual era ampliamente utilizado para su fabricación. Sin embargo, la aleación NiTi presenta propiedades de hiperelasticidad y memoria de forma que mejoran el rendimiento de los instrumentos endodónticos durante el tratamiento (Carvalho et al., 2016). Inicialmente, los instrumentos NiTi motorizados sólo operaban con un movimiento rotatorio continuo. Sin embargo, hace aproximadamente quince años se introdujo el movimiento recíprocante (simétrico o asimétrico) (Iacono et al., 2018), ampliando las características operativas de los instrumentos de endodoncia. Adicionalmente, se han desarrollado investigaciones para minimizar o eliminar los defectos intrínsecos de la materia prima, lo que se traduce en un aumento de la dureza superficial, la resiliencia y la flexibilidad, mejorando su eficacia de corte (Mohammadi et al., 2014).

A pesar del funcionamiento motorizado, la versatilidad del material y el desarrollo de diferentes geometrías para la sección transversal, la fractura de los instrumentos de endodoncia sigue ocurriendo de forma repentina durante el tratamiento sin mostrar signos visibles de alerta (Marques Ferreira et al., 2013). Este tipo de falla durante el procedimiento implica una reducción significativa del pronóstico del tratamiento. El fragmento separado puede limitar la erradicación exitosa de la infección e incluso generar inconvenientes médicos posteriores (Sjogren et al., 1990). A la fecha, se han puesto de manifiesto diferentes mecanismos mediante los cuales un instrumento endodóntico rotatorio o recíprocante puede fracturarse dentro del conducto radicular: fallo por torsión, fallo por flexión o una combinación de torsión y flexión, también conocida como fatiga por bajo número de ciclos. El fallo por torsión se produce cuando una parte del instrumento queda bloqueado en una sección del conducto mientras el motor continúa girando. El fallo por flexión se produce generalmente cuando el instrumento endodóntico opera en canales con una curvatura moderada o severa.

Los estados de compresión y tensión asociados a la flexión en combinación con la torsión y la carga repetida del instrumento (fatiga) pueden causar una fractura repentina. En los instrumentos endodónticos marca Quantec se ha observado fractura por torsión en el 55,7% y fatiga por flexión en el 44,3% de los instrumentos que fallaron (Sattapan et al., 2000). Sin embargo, se evidencia

algunos casos de fallos por carga combinada y algunos pocos casos en los que los instrumentos se fracturan en el primer uso (Alapati et al., 2009); incluso en la manipulación previa al tratamiento. Asimismo, se ha registrado un valor de fractura de los instrumentos rotatorios de NiTi entre el 5% y el 21%, asociado a su diseño transversal (Cheung, 2007), aumentando la variabilidad de los factores que influyen en la falla.

Además de las dimensiones micrométricas de la sección transversal del instrumento, la memoria de forma y la hiperelasticidad de la aleación NiTi impide que los instrumentos endodónticos muestren signos de alerta que sean detectables a simple y que indiquen la cercanía de la falla. Por lo tanto, es necesario estudiar la falla mecánica de los instrumentos de endodoncia fabricados con NiTi para comprender la fenomenología de la fractura y establecer parámetros críticos que estén asociados con una operación a bajo número de ciclos (según se ha reportado en la literatura, la mayoría de las fracturas de instrumentos de endodoncia fabricados con NiTi se registran a valores inferiores a  $10^4$  ciclos) (Dowling, 2013).

## Contexto del estudio

Los instrumentos utilizados para tratamientos de endodoncia tienen secciones transversales que difieren en geometría y dimensiones. Sin embargo, en aspectos como la longitud y los micrómetros, las dimensiones de estos instrumentos oscilan en milímetros, haciendo difícil una inspección a simple vista y la identificación de cambios en el instrumento durante la endodoncia. Adicionalmente, estos instrumentos están sometidos a cargas de torsión, flexión y fatiga asociadas a los movimientos axiales realizados por el odontólogo, al motor con el que se accionan y a la geometría del conducto radicular, lo cual hace que estos instrumentos se vean afectados por los cambios de temperatura y el tipo de soluciones de irrigación utilizadas durante el tratamiento.

Actualmente, no se sabe mucho sobre la fenomenología de la falla de los instrumentos endodónticos de NiTi, los parámetros relevantes y cómo evoluciona hacia la fractura. Tampoco se ha definido su afectación a raíz de la esterilización, ni se ha propuesto una alternativa tecnológica para que los endodoncistas puedan inspeccionar las limas durante el tratamiento endodóntico y definir el momento adecuado para desechar el instrumento.

Vale la pena mencionar, sin embargo, que se han realizado estudios sobre instrumentos endodónticos fabricados con aleación de NiTi, pero han estado enfocados principalmente en identificar qué marca es mejor, en relación con las técnicas de fabricación y los requerimientos específicos del tratamiento. Autores como Gambarini et al. (2008), por ejemplo, lograron establecer qué técnicas de fabricación favorecen la resistencia a la fatiga de los instrumentos.

Por otro lado, basándose en una revisión temática, Plotino et al. (2009) expresaron la necesidad de normalizar las pruebas de fatiga que se realizan en los instrumentos, al encontrar que la longitud del instrumento es irrelevante para la fractura. Asimismo, Pedulla et al. (2015) estudiaron los efectos de las soluciones de irrigación de los canales radiculares y el efecto de las precargas en la resistencia a la fatiga. Pirani et al. (2011), por su parte, identificaron que la fractura del instrumento está asociada con granos de tipo austenítico. Sánchez et al. (2023) identificaron el cambio estructural de la martensita fase R y el modo en que afecta la hiperelasticidad de la aleación. Agrawal et al. (2024) estudiaron el efecto de los tratamientos criogénicos y la transformación de fase.

Colombia se ha posicionado en el mapa de publicaciones sobre el estudio de instrumentos endodónticos con publicaciones como la de Nino-Barrera et al. (2020; 2021). En el trabajo de 2020 se presenta una revisión temática de la eficiencia de corte de los instrumentos endodónticos, y en el segundo de 2021 se presenta un análisis de las aleaciones de Titanio empleadas para fabricar instrumentos de endodoncia.

Con base en la revisión de literatura, se pudieron establecer directrices para la investigación desarrollada como tesis doctoral, tales como: tipos de pruebas comúnmente realizadas, tipos de funcionamiento de los instrumentos endodónticos, variables asociadas al tratamiento endodóntico más estudiadas, materiales utilizados para la fabricación de los conductos artificiales, técnicas de caracterización morfológica y estructural, tipos de cargas y de análisis estadísticos aplicados a los estudios.

Se pudo evidenciar que la mayoría de los estudios se enfocan en medir los ciclos de uso del instrumento hasta la fractura (NCF) y comparan estos valores entre las diferentes marcas para definir cuál tiene mejor desempeño. Pocos estudios, sin embargo, abordan aspectos específicos de la falla mecánica. Algunos analizan el efecto del irrigante, otros los efectos de la temperatura del entorno de operación o cómo afecta la esterilización el desempeño del instrumento analizado. No obstante, estos estudios no van más allá de una caracterización funcional de los instrumentos endodónticos y una definición de las condiciones particulares para obtener buenos resultados en tratamiento, ya sea en el número de ciclos hasta la fractura o en la calidad de la preparación del conducto radicular.

Por ello, esta investigación tuvo como objetivo explicar la falla mecánica de los instrumentos de endodoncia fabricados con aleación NiTi y operados con motor, cuyas fracturas se presentan en valores inferiores a  $10^4$  ciclos (bajo ciclaje). A partir de los resultados obtenidos de la caracterización morfológica y estructural de los instrumentos WOG Primary, se definieron parámetros críticos asociados a la fractura, se correlacionaron dichos parámetros con la vida útil de los instrumentos y se determinó el efecto de la esterilización en la falla mecánica de los instrumentos analizados. A partir de la comprensión de la fenomenología

de la falla, se propuso una metodología de detección de la proximidad de la fractura que puede implementarse en consultorios odontológicos.

Para la investigación de la falla mecánica de instrumentos de endodoncia fabricados con aleación de NiTi se desarrolló un diseño experimental con instrumentos WOG Primary, con lo que instrumentaron conductos artificiales con geometría tipo J, fabricados con Bisfenol A, Ftalato de dialilo y Duraluminio. Para la experimentación, se replicaron las etapas de un tratamiento de endodoncia real (*preflaring*, irrigación). Se desarrolló un sistema para simular la temperatura de la cavidad bucal en el momento de la instrumentación. Para complementar la información y los resultados del estudio *in vitro*, se caracterizaron instrumentos WOG Primary desechados en consultorio; aclarando que estos instrumentos no se sometieron al diseño experimental planteado (debido a consideraciones bioéticas), pero se registró el número de conductos tratados y la cantidad de ciclos de esterilización a las que se sometieron.

Todos los instrumentos WOG Primary con los que se instrumentaron canales artificiales y naturales se caracterizaron mediante microscopía óptica, SEM y EDS, y se emplearon técnicas de micro-TC, microscopía metalográfica y DRX. A partir de ello se conformaron repositorios de imágenes y mediciones. Para algunas de las técnicas de caracterización estructural y morfológica se desarrollaron metodologías, se propuso e implementó un protocolo de limpieza de los instrumentos, se estableció el protocolo para el cálculo de deformaciones y para el procesamiento de datos (por ejemplo, reconstrucción de imágenes de micro-CT).

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

De acuerdo con la naturaleza del presente proyecto, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones en el contexto bioético: el desarrollo del proyecto no implica estudiar o experimentar con seres humanos, animales, plantas u otros materiales biológicos. No afecta, por ende, a los individuos en variables sociales, psicológicas, fisiológicas o biológicas. La investigación, por otro lado, no compromete el ambiente en la universidad o la estabilidad del ambiente en general. Por lo cual, la investigación desarrollada se clasifica como Investigación sin riesgo.

La investigación se llevó a cabo de acuerdo con la *Política de ética, bioética e integridad científica de Colombia* (No. 1501 - 2017) (Colciencias, 2017) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, el *Code of Conduct for Research Integrity* de la All-European Academies Society (ALLEA) y el informe *Fostering Research Integrity in Europe* de la European Science Foundation (ESF), en los cuales se presentan

los principios fundamentales para garantizar las buenas prácticas científicas. Estos principios son:

- **Honestidad:** establecer objetivos e intenciones, desarrollar, garantizar, revisar, informar y comunicar la investigación de forma transparente, justa, completa e imparcial.
- **Fiabilidad:** la calidad de la investigación se refleja en el diseño, la metodología, el análisis y el uso de los recursos.
- **Equidad:** referenciar y dar crédito (es decir, agradecimientos) a los colaboradores e instituciones.
- **Respeto y deber de diligencia:** hacia los colegas, los participantes en la investigación, la sociedad, los ecosistemas, el patrimonio cultural y el medio ambiente.
- **Responsabilidad:** por los impactos generados en la publicación de resultados.
- **Compromiso:** con la formación, tutoría y distribución del conocimiento a futuros profesionales.
- El Aval Bioético para esta investigación fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad Autónoma de Manizales el 22 de febrero de 2023, con código 152-145.

## Impacto

La presente investigación contribuyó al conocimiento conceptual de los parámetros críticos relacionados con el fallo de los instrumentos endodónticos de NiTi; a la identificación teórica de múltiples fases de NiTi y su variación, el efecto de la esterilización en el comportamiento del material y el diagrama de histéresis complementario para indicar el efecto de la esterilización en la deformación superficial. Y, finalmente, al conocimiento de aspectos metodológicos, tales como las mediciones de la deformación, la limpieza del instrumento endodóntico, la reconstrucción y análisis de micro-CT, y los rangos de uso para WOG Primary y técnica de inspección del instrumento endodóntico.

## Recomendaciones

Dirigidas a actores de la academia y la empresa; pero, en particular, a endodoncistas, ingenieros e investigadores.

- Para la fabricación de conductos artificiales que serán usados en prácticas formativas o en investigaciones en endodoncia, no se recomienda el uso de materiales poliméricos como el Ftalato de dialilo, ni el Bisfenol, debido a los marcados efectos de la torsión generados por los mecanismos de adhesión y desentorchamiento del instrumento. Por otro lado, para eliminar el material adherido a la superficie, los instrumentos endodónticos deben someterse a rigurosos procesos de limpieza antes de la esterilización por autoclave. Por último, no se recomienda utilizar el instrumento WOG Primary en más de 4 conductos y este número de usos debe reducirse en función de los ciclos de esterilización.

## Referencias

- Agrawal, P. R., Chandak, M., Nikhade, P. P. Patel, A. S. & Bhopatkar, J. K. (2024). Revolutionizing endodontics: Advancements in nickel–titanium instrument surfaces. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 27(2), 126–133. [https://doi.org/10.4103/jcde.jcde\\_248\\_23](https://doi.org/10.4103/jcde.jcde_248_23)
- Alapati, S. B., Brantley, W. A., Iijima, M., Clark, W. A. T., Kovarik, L., Buie, C., Liu, J. & Ben Johnson, W. (2009). Metallurgical Characterization of a New Nickel-Titanium Wire for Rotary Endodontic Instruments. *Journal of Endodontics*, 35(11), 1589–1593. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.08.004>
- Carvalho, A., Freitas, M., Reis, L., Montalvão, D. & Fonte, M. (2016). Rotary Fatigue Testing to Determine the Fatigue Life of NiTi alloy Wires: An Experimental and Numerical Analisis. *Procedia Structural Integrity*, 1, 34–41. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2016.02.006>
- Cheung, G. S. P. (2007). Instrument fracture: mechanisms, removal of fragments, and clinical outcomes. *Endodontic Topics*, 16(1), 1–26. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2009.00239.x>
- Colciencias. (2017). *Política de ética, bioética e integridad científica dirección de fomento a la investigación*. <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/politica-etica.pdf>
- Dowling, N. E. (2013). *Mechanical Behavior of Materials - Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue: Vol. Fourth Edition* (Pearson, Ed.; Fourth).

- Gambarini, G., Grande, N. M., Plotino, G., Somma, F., Garala, M., De Luca, M. & Testarelli, L. (2008). Fatigue Resistance of Engine-driven Rotary Nickel-Titanium Instruments Produced by New Manufacturing Methods. *Journal of Endodontics*, 34(8), 1003–1005. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.05.007>
- Iacono, F., Pirani, C., Generali, L., Gatto, M. R., Gandolfi, M. G. & Prati, C. (2018). Cyclic fatigue resistance of Nickel-Titanium reciprocating instruments tested with an innovative kinematics. *Giornale Italiano Di Endodonzia*, 32(1), 42–46. <https://doi.org/10.1016/j.gien.2018.03.004>
- Marques Ferreira, M., Rebelo, D., Caramelo, F., Carrilho, E. & Loureiro, M. (2013). In vitro evaluation of wear and canal transportation using reciprocating instruments: RECIPROC® vs WaveOne® files. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*, 54(3), 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2013.04.001>
- Mohammadi, Z., Soltani, M. K., Shalavi, S. & Asgary, S. (2014). A review of the various surface treatments of NiTi instruments. *Iranian Endodontic Journal*, 9(4), 235–240.
- Nino-Barrera, J. L., Aldana Ojeda, L., Gamboa-Martínez, L. F., Acosta-Humanez, M., Silva-Castellanos, C. & Cortés-Rodríguez, C. J. (2021). Comparison of Mechanical and Structural Properties of Nickel-titanium Alloy with Titanium-molybdenum Alloy and Titanium-niobium Alloy as Potential Metals for Endodontic Files. *IEJ Iranian Endodontic Journal*, 16(1), 49–55.
- Nino-Barrera, J., Sanchez-Aleman, J., Lopez, L. & Cortes-Rodriguez, C. (2020). Application of Cutting-Tool Concepts to Endodontic Files to Achieve Better Design: A Review. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 48(4), 223–234. <https://doi.org/10.1615/CritRevBiomedEng.2020034949>
- Pedullà, E., Franciosi, G., Ounsi, H. F., Tricarico, M., Rapisarda, E. & Grandini, S. (2014). Cyclic fatigue resistance of nickel-titanium instruments after immersion in irrigant solutions with or without surfactants. *Journal of Endodontics*, 40(8), 1245–1249. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.02.005>
- Pedulla, E., Lo Savio, F., Plotino, G., Grande, N. M., Rapisarda, S., Gambarini, G. & La Rosa, G. La. (2015). Effect of cyclic torsional preloading on cyclic fatigue resistance of ProTaper Next and Mtwo nickel-titanium instruments. *Giornale Italiano Di Endodonzia*, 29(1), 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.gien.2015.05.002>
- Pirani, C., Cirulli, P. P., Chersoni, S., Micele, L., Ruggeri, O. & Prati, C. (2011). Cyclic fatigue testing and metallographic analysis of nickel-titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 37(7), 1013–1016. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.04.009>

- Plotino, G., Grande, N. M., Cordaro, M., Testarelli, L. & Gambarini, G. (2009). A Review of Cyclic Fatigue Testing of Nickel-Titanium Rotary Instruments. *Journal of Endodontics*, 35(11), 1469–1476. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.06.015>
- Plotino, G., Grande, N. M., Cotti, E., Testarelli, L. & Gambarini, G. (2014). Blue treatment enhances cyclic fatigue resistance of vortex nickel-titanium rotary files. *Journal of Endodontics*, 40(9), 1451–1453. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.02.020>
- Sánchez, P., Vidi, B., Mena-Alvarez, J., Gil, J., Rico, C. & Aragonese, J. M. (2023). Effect of Stabilized Martensite on the Long-Term Performance of Superelastic NiTi Endodontic Files. *Materials*, 16(11). <https://doi.org/10.3390/ma16114089>
- Sattapan, B., Nervo, G. J., Palamara, J. E. & Messer, H. H. (2000). Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *Journal of Endodontics*, 26(3), 161–165. <https://doi.org/10.1097/00004770-200003000-00008>
- Sjogren, U., Hagglund, B., Sundqvist, G. & Wing, K. (1990). Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of Endodontics*, 16(10), 498–504. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(07\)80180-4](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(07)80180-4)

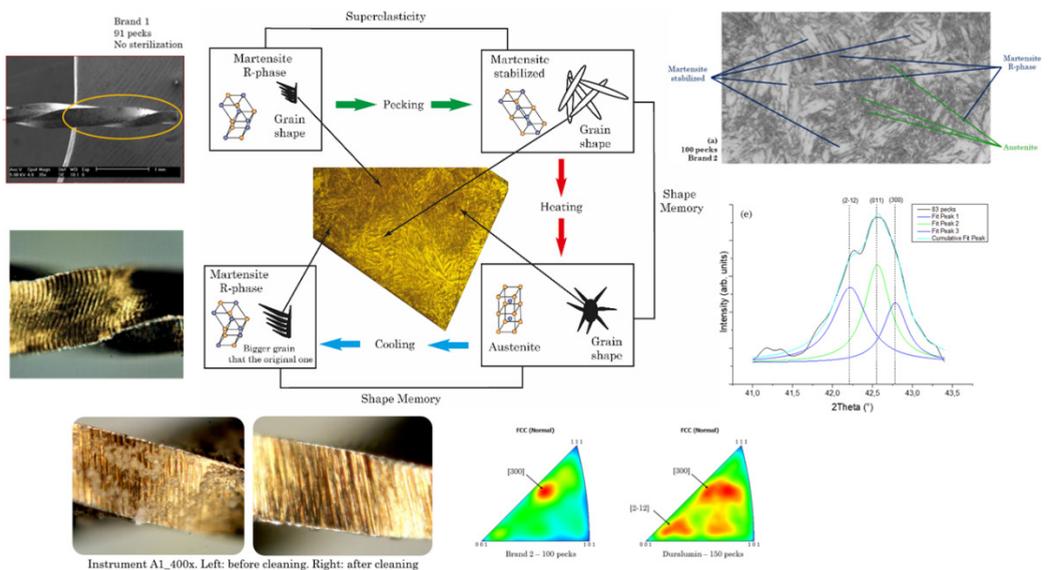


Figura 1. NiTi alloy phases and some images obtained from characterization techniques



# Gestión Emocional en el aprendizaje de la matemática de los estudiantes de los programas de pregrado de la Universidad Autónoma de Manizales

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 4.** Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Conocimiento e innovación para la equidad.

---

**Diana Marcela Guerrero Ocampo** | Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

*Correo electrónico: dianam.guerrero@autonoma.edu.co*

**Ligia Inés García Castro** | Doctora en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud.

*Correo electrónico: ligiai.garciac@autonoma.edu.co*

■ Grupo de Investigación: **Física y Matemáticas con énfasis en la formación de ingenieros.** ■

**Palabras clave:** vivencias emocionales, enseñanza de las matemáticas, aprendizaje de las matemáticas

## Problema a resolver

Son bien conocidos los obstáculos que se presentan a los estudiantes cuando abordan el estudio de las matemáticas; obstáculos que han sido detectados desde los diferentes niveles y contextos. Específicamente, tales dificultades se centran en la forma como los estudiantes asumen el reto de cursar las diferentes áreas de estudio relacionadas con la disciplina. De otra parte, se presenta con frecuencia los diferentes problemas generados durante la orientación de los diferentes cursos por las distintas dificultades con las que los estudiantes llegan a ellos, las cuales, no sólo son conceptuales, sino actitudinales, y es allí donde se empieza, además, a generar cierta apatía, desconcierto, inconformidad, bajo rendimiento, etc. La continua manifestación de casos que se generan en los diferentes estudiantes, maestros y en general en la comunidad académica cuando se da la deserción o reprobación continua en los cursos de matemática, lleva a la búsqueda de diferentes estrategias metodológicas que subsanen las situaciones, en muchos casos, sin lograr el objetivo de superar las problemáticas. Es allí donde se evidencia la necesidad de, no sólo intervenir el proceso de aprendizaje de forma conceptual, sino que se requiere analizar el ser en su sentir, emociones y sentidos.

Garantizar un adecuado aprendizaje de las matemáticas implica enfrentar los diferentes retos y los múltiples problemas que se van generando en el proceso de la formación desde los diferentes niveles, en el desarrollo de la sociedad, sin dejar de lado la formación de los valores humanos, y es allí donde juega un papel fundamental tener en cuenta las diferentes vivencias emociones que se generan en dichos procesos. Para lograr esto es necesario propiciar la intervención desde las diferentes miradas del conocimiento desde la psicología educativa, las neurociencias y la educación matemática, tres focos que responden al ser desde sus diferentes caminos al conocimiento.

## Contexto del estudio

El interés por comprender el origen de una emoción en el ser humano se ha engrandecido, aunque comprender la diversidad de emociones dentro del aula es un reto; por lo tanto, hacer uso de ellas para favorecer los procesos de aprendizaje se convierte en un trabajo arduo, extenso y desafiante para los docentes. El trabajo está fundamentado en un rastreo bibliográfico y aportes reflexivos desde nuestro contexto, queriendo comprender algunas causas que darían origen al gran porcentaje de reprobación y abandono en el aprendizaje en la matemática por parte de los estudiantes. Para proporcionar un andamiaje a la investigación, se da inicio con acercamientos del origen de las emociones, teniendo en cuenta causas y procesos que las originan; simultáneamente, se

busca lograr concretar una definición del concepto *emoción* desde los procesos de aprendizaje, avanzando en el tema, se identifica la importancia y la función que estas desempeñan en los procesos cognitivos poniendo referencia a los estímulos que las producen. Dentro del abanico y diversidad de emociones, se escudriña puntualmente en las emociones académicas, en especial las que conciernen con emociones epistémicas (curiosidad, sorpresa y confusión); sin dejar atrás lo mencionado, se aborda las creencias de los estudiantes antes de iniciar procesos de aprendizaje en matemáticas.

Finalmente, se considera la gestión emocional en un antes, durante y después de los procesos mencionados, y así, fortalecer competencias académicas y sociales. El tema de las emociones no puede encontrar un tratamiento consecuente es tratado de forma aislada, fuera de las dimensiones de sentido de la constitución subjetiva individual que participan en la definición del sentido de las diferentes emociones producidas por el hombre. La personalidad es una construcción teórica, que reconoce ontológicamente la subjetividad individual, pero que no se representa desde una visión esencialista y mecanicista, como entidad separada de lo social, sino en la procesualidad de un sujeto que existe socialmente, y cuya personalidad tiene una social e histórica.

Entre el aprendizaje y las emociones de los estudiantes en matemáticas se construye un vínculo cualitativo fundamental, las causas del vínculo se da entre creencias de las matemáticas y experiencias emocionales vividas en el aprendizaje de las matemáticas por cada estudiante. Con base en De Faria (2008), la experiencia que tiene un estudiante al aprender matemáticas le surge distintas reacciones emocionales que influyen en sus creencias, mientras sus creencias influyen en el comportamiento en situaciones de aprendizaje y en su capacidad de aprender, las creencias en los estudiantes también actúan como fuerzas impulsadoras o de resistencia al aprendizaje de la matemática. Para Nespor (1987), una creencia son verdades personales incontrovertibles que son idiosincrásicas con mucho valor afectivo. En las posturas anteriores, destacan la solidez que tiene las creencias para repercutir en el comportamiento e incidir en los procesos de aprendizaje de un estudiante, más aún, es evidente, un desinterés cuantioso por el aprendizaje de las matemáticas.

En palabras de Goldin (1999), las creencias representan una construcción personal, designados por los sentimientos y asignando un valor individual, por ello, una creencia es modificable ante los procesos de aprendizaje. Schoenfeld (1992) considera las creencias como una particular visión de mundo de la matemática, la perspectiva con la cuál cada persona se acerca a ella y la forma de enfrentar los problemas y los procedimientos. Para McLeod (1992), cuando la situación de aprendizaje no corresponde a las creencias de los estudiantes, se producen insatisfacciones y desmotivaciones en el estudiante. Desde las experiencias de enseñanza en las matemáticas, las creencias tienen origen en los padres del estudiante y vienen transmitidas de generación en generación, la posición de la creencia y el vigor que tiene la misma, genera o bien rechazo o bien

aceptación al aprendizaje de las matemáticas, además, de manera inferencial, ya sea de rechazo o aceptación, influye en la gestión emocional del estudiante.

Para Hidalgo *et al.* (2005), el estudiante, en la tarea de aprender, recibe continuos estímulos asociados con las matemáticas, algunos estímulos son problemas, actuaciones de los docentes, mensajes sociales y otras más, que produce cierta tensión; esto produce una reacción emocional, y la reacción está incubada por las creencias acerca de sí mismo y de las matemáticas. Hidalgo resalta la importancia de las creencias forjadas desde los contextos sociales y académicos, apoyando la consecuencia de fortalecer o debilitar la creencia que tiene cada estudiante, así que, con base a la creencia y emoción labrada por el estudiante, es el punto de partida en el aprendizaje de las matemáticas.

Lewis (1986) define las creencias como entendimientos, premisas o proposiciones sostenidas psicológicamente sobre el mundo que se consideran verdaderas. Gil & Rico (2003) definen creencias como verdades personales indiscutibles que son sustentadas por cada estudiante, derivadas de la experiencia o fantasía, y lo sustentan con un referente y fuerte componente evaluativo y afectivo. Cosgaya & Castro (2019) definen las creencias en el aprendizaje de las matemáticas en relación con sentimientos que existen entre el aprendizaje y la manera de enseñar. Entonces, las creencias son acciones alcanzadas gracias a las experiencias vividas y aprendidas por parte del individuo; estas acciones inciden en los procesos de aprendizaje y estados emocionales en el aula por parte del estudiante. Aguilar (2003) argumenta que poseer una creencia consiste en adquirir una disposición para actuar de cierta forma y no de otra, por lo que el objeto de una creencia circunscribe, delimita, determina en cada circunstancia en particular el ámbito de respuestas posibles. Citando a Esquivel (2008), la creencia es una actitud adquirida por el individuo está determinada por alguna situación aprendida en el pasado, esta le genera determinadas respuestas y comportamientos estereotipados, sin tener plena consciencia de ello en algunos casos.

Brousseau (1988) clasifica algunos obstáculos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, una de ellas son las creencias de cada estudiante que inciden directamente en el estudiante, se evidencia cuando los análisis producidos por los estudiantes son inferiores a los exigidos, de esta manera se trastoca el normal desarrollo mental para analizar los conceptos u objetos matemáticos. La respuesta del estudiante es afirmando “no soy bueno para las matemáticas”. Adicionando esta postura, otra acción es la producida por errores metodológicos, construcción curricular y el uso inadecuado de expresiones, donde el docente finaliza replicando la enseñanza como lo aprendió sin tener claridad entre la teoría y la práctica del concepto (Andrade, 1994). La creencia es “el docente no sabe enseñar o no tiene metodología adecuada”. Destacando de las dos posturas anteriores, la importancia de ayudar al estudiante a mejorar la capacidad de análisis y no limitar los procesos de análisis, también

la responsabilidad administrativa y docente de transformar los procesos de aprendizaje y participación académica.

Otro aspecto para tener en cuenta es las experiencias emocionales del estudiante son el resultado de sumar las creencias adquiridas y experiencias vividas en los procesos de aprendizaje; así el contexto académico y el de aula es un ingrediente vital para reforzar o debilitar dichas creencias. Lo anterior puede favorecer o desfavorecer las experiencias de aprendizaje en el estudiante. Mellado & Blanco (2013) argumentan que, cuando el estudiante aprende matemáticas, desarrolla experiencias que le provocan diferentes reacciones afectivas, las cuales influyen en la formación de sus creencias. Para Hammer (1995), quien contempla que las creencias de los estudiantes en el momento de aprender matemáticas, se estructura en manejo de una fórmula que les permita dar solución al ejercicio planteado por medio de procesos algorítmicos. Es decir, las creencias son ideas construidas en el contexto inmediato, tomando y aceptando una postura verdadera o falsas sin tener un medio comprobatorio y deduce una convicción subjetiva.

Gandulfo *et al.* (2013) realizó un estudio acerca de los estudiantes que finalizan la secundaria e ingresan a la universidad a diferentes cursos y niveles de aprendizaje de las matemáticas. Se espera que, durante la etapa de la secundaria el educando, haya adquirido conocimientos matemáticos, procedimientos algorítmicos, destrezas y habilidades, siendo la base para la educación universitaria y afrontar con éxito los primeros cursos del área en sus respectivas carreras. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes llegan con un importante déficit en los conocimientos matemáticos y al momento de resolver problemas manifiestan falencias significativas. Con base a la postura del autor, se infiere que la creencia se origina en la diferencia entre lo que el docente desea y lo que el estudiante responde.

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

Se tienen todos los consentimientos informados de los participantes, confidencialidad absoluta de los datos cuidando de su privacidad y velando por el bienestar de ellos.

## Impacto

Creación de una Unidad Didáctica en donde se contempla el conocimiento sobre la percepción de los estudiantes durante el aprendizaje de la matemática

de una forma más positiva al lograr gestionar las emociones que no eran favorables durante este proceso.

## Recomendaciones

Dirigidas a estudiantes universitarios, y, en general, estudiantes que estén cursando asignaturas de matemáticas. Estudiantes de los cursos iniciales de matemáticas de la UAM.

- Es necesario tener en cuenta el dominio afectivo durante la enseñanza de las matemáticas. La aplicación de la unidad didáctica permite tener una estructura acorde a las necesidades y particularidades del grupo para lograr orientar hacia la gestión emocional durante el aprendizaje de las funciones matemáticas.
- Es importante fomentar un ambiente positivo para crear un entorno en el que los estudiantes se sientan seguros y valorados. Un ambiente positivo reduce la ansiedad y fomenta la participación. Utilizar elogios y refuerzos para motivar y reconocer el esfuerzo y los logros.
- Otros elementos que pueden aportar positivamente es el desarrollo de la empatía tratando de entender las emociones y las dificultades que enfrentan los estudiantes. Escuchar activamente sus preocupaciones y mostrar comprensión. Esto ayudará a ajustar el enfoque según las necesidades emocionales de cada estudiante.
- Manejar el estrés y la ansiedad, ya que las matemáticas pueden ser una materia estresante para muchos estudiantes. Ofrecer estrategias para manejar la ansiedad, como técnicas de respiración, pausas breves durante la clase y actividades relajantes. Promover la resiliencia matemática podría ayudar a los estudiantes a ver los errores como oportunidades de aprendizaje en lugar de fracasos. Enseñarles que equivocarse es una parte natural del proceso de aprendizaje y que la perseverancia es clave para superar los desafíos.
- Mantener una actitud coherente y equitativa en el manejo de las emociones y el comportamiento en el aula. Esto podría ayudar a establecer confianza y previsibilidad, lo cual es importante para que los estudiantes se sientan seguros.

- Incorporar actividades emocionales y sociales, integrando dinámicas y actividades que fomenten el trabajo en equipo y la colaboración. Actividades de grupo pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades sociales y emocionales mientras trabajan en problemas matemáticos.
- Flexibilizar el enfoque de enseñanza para la adaptación según las necesidades emocionales de los estudiantes. Por ejemplo, si algún estudiante está especialmente frustrado o desmotivado, considerar ajustar la dificultad del material o proporcionar apoyo adicional. Asegurarse de realizar retroalimentación de forma específica, constructiva y alentadora. Esto ayudará a los estudiantes a entender qué hicieron bien y cómo pueden mejorar, sin que se sientan desalentados.
- El desarrollo de la autoeficacia posibilita el trabajo para ayudar a los estudiantes a desarrollar una mentalidad de crecimiento. Fomentar la creencia sobre que el desarrollo de sus habilidades es posible y la importancia de enfrentar los desafíos con una actitud positiva.

## Referencias

- Aguilar, J. (2003). Aproximación a las creencias del profesorado sobre el papel de la educación formal, la escuela y el trabajo docente. Recuperado el 2 de octubre del 2007 en <http://lanic.utexas.edu/project/etext/colson/26/3aguilar.pdf>
- Andrade, M.& Cañibe, J. (1994). “La relación maestro-alumno como elemento funcional para evaluar los programas de posgrado”, en *Omnia*, núm. especial.
- Brousseau, B. A., Book, C., & Byers, J. L. (1988). Teacher beliefs and the cultures of teaching. *Journal of teacher education*, 39(6), 33-39.
- Cosgaya-Barrera, B. R., & Castro-Villagrán, A. (2019). Creencias sobre el Aprendizaje de las Matemáticas en Estudiantes de Ingeniería. *Conciencia Tecnológica*, (57).
- Esquivel, E. C., Araya, R. G., & Sánchez, M. C. (2008). Creencias de los estudiantes en los procesos de aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de investigación y formación en educación Matemática*.
- Gandulfo, M. I., Benitez, I. M., Ramirez, R. G., Brandolín, J. R., Gemignani, M. A., De Zan, M., & Cristina, D. (2013). El aprendizaje de la matemática a partir de los errores. *Actas del VII CIBEM ISSN, 2301(0797)*, 1132.
- Goldin, A. (1999). *Beliefs, desires, and intentions*. En *Models of Bounded Rationality*. MIT Press.

- Hammer, D. (1995). *Students' beliefs about the nature of mathematics: Implications for learning and teaching*. En *Proceedings of the Annual Meeting of the American Educational Research Association*.
- Hidalgo, I. V. (2005). Tipos de estudio y métodos de investigación. *Recuperado el Noviembre de, 20(1)*.
- Lewis, D. (1986). *On the plurality of Worlds*. Oxford (Brasil, Blackwell). Citado por: Berker, S., & Holliday, R. (Eds.). (2013). *The Oxford Handbook of Philosophy of Mind*. Oxford University Press.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. *Handbook of research on mathematics teaching and learning, 1*, 575-596.
- Mellado, V., Blanco, L., Borrachero, A., & Cárdenas, J. (2013) *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas*. Garritz Internacional.
- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of curriculum studies, 19(4)*, 317-328.



Figura 1. Estudiante desmotivado



# Optimización de la síntesis de microfibras de celulosa obtenida a partir de la cascarilla de arroz para su uso como refuerzo de matrices cementicias

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 9.** Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo

---

## Investigadores principales

Daniel Fernando Hincapié Rojas |

Correo electrónico: [daniel.hincapier@autonoma.edu.co](mailto:daniel.hincapier@autonoma.edu.co)

César Leandro Londoño |

Correo electrónico: [cesarl.londonoc@autonoma.edu.co](mailto:cesarl.londonoc@autonoma.edu.co)

## Co-investigadores

Óscar Moscoso Londoño |

Correo electrónico: [oscar.moscosol@autonoma.edu.co](mailto:oscar.moscosol@autonoma.edu.co)

Héctor Andrés Tinoco Navarro |

Correo electrónico: [hectora.tinococ@autonoma.edu.co](mailto:hectora.tinococ@autonoma.edu.co)

Santiago Emilio Calvo |

Correo electrónico: [santiagoe.calvob@autonoma.edu.co](mailto:santiagoe.calvob@autonoma.edu.co)

Diego Muraca |

Correo electrónico: [diego.muraca@ifi.unicamp.br](mailto:diego.muraca@ifi.unicamp.br)

■ Grupos de Investigación: **Física y Matemáticas / Archytas / Electrónica / Automatización y Energías Renovables (EAYER) - Sena / Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW-UNICAMP).** ■

**Palabras clave:** celulosa, cascarilla de arroz, fibrocemento

## Problema a resolver

El problema que esta investigación abordó es la acumulación y disposición inadecuada de la cascarilla de arroz, un subproducto agroindustrial que representa un desafío ambiental, debido a su baja biodegradabilidad y la contaminación que genera al ser quemada o desechada incorrectamente. El proyecto se enfoca en optimizar la extracción de microfibras de celulosa a partir de la cascarilla de arroz para usarlas como refuerzo en placas de fibrocemento, con el objetivo de darle un valor agregado a este residuo y contribuir a la sostenibilidad en la industria de la construcción

## Contexto del estudio

### Antecedentes

El arroz es uno de los cereales más consumidos a nivel mundial, con una producción que superó los 2,744 millones de toneladas en 2020, según la FAO. Aproximadamente el 20% del peso del grano de arroz corresponde a la cascarilla, lo que equivale a alrededor de 548 millones de toneladas de cascarilla producida anualmente. En Colombia, se generan más de 400,000 toneladas de cascarilla de arroz cada año. Este subproducto, aunque abundante, presenta desafíos significativos, debido a su baja biodegradabilidad, lo que resulta en su acumulación y disposición inadecuada, comúnmente a través de la quema, contribuyendo a la contaminación ambiental. La cascarilla de arroz está compuesta por un alto contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina, además de un considerable porcentaje de sílice, lo que la hace resistente a la biodegradación natural. Tradicionalmente, la cascarilla se ha utilizado como abono, alimento para animales o combustible en calderas, pero gran parte de este material aún se desperdicia. Este problema ha suscitado interés en la búsqueda de métodos más sostenibles y de valor agregado para su aprovechamiento.

### Referente teórico

La economía circular, un modelo económico que prioriza la reutilización de recursos y la minimización de desechos, se presenta como una solución viable para el manejo de residuos agroindustriales como la cascarilla de arroz. Este enfoque promueve la valorización de subproductos industriales, transformándolos en materiales útiles para aplicaciones específicas, en este caso, la obtención de microfibras de celulosa para reforzar placas de fibrocemento.

La celulosa es el biopolímero natural más abundante en la tierra y constituye un componente estructural clave en las paredes celulares de las plantas. Su capacidad para formar microfibras resistentes y su bajo impacto ambiental la hacen un material con potenciales aplicaciones en la industria de la construcción, especialmente como refuerzo en materiales compuestos como el fibrocemento. Estudios previos han demostrado que la incorporación de nanopartículas (sílice), puede mejorar las propiedades mecánicas del fibrocemento. Sin embargo, las fibras de celulosa podrían ofrecer ventajas, debido a su naturaleza fibrosa y su interacción con matrices cementicias.

El proceso de obtención de celulosa a partir de la cascarilla de arroz, esto implica varios pasos químicos: hidrólisis alcalina y un blanqueamiento con hipoclorito de sodio. Aunque estos procesos son conocidos, la optimización de las condiciones (temperatura, tiempo y concentración de reactivos) para maximizar el rendimiento y las propiedades de las microfibras de celulosa sigue siendo un área de investigación de interés científico.

Este proyecto involucra la necesidad de desarrollar materiales de construcción sostenibles y de bajo costo que puedan ofrecer soluciones efectivas tanto para la gestión de residuos agroindustriales como para la mejora de los materiales para la construcción. Al reutilizar la cascarilla de arroz, se busca reducir la contaminación y contribuir al desarrollo de materiales innovadores que cumplan con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), en particular aquellos relacionados con la industria, la innovación y la sostenibilidad de las ciudades y comunidades.

## **Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica**

Se garantizaron altos estándares de ética, cumpliendo con honestidad y transparencia en todas las etapas de este proyecto, incluyendo la atribución correcta de los autores de base. En términos bioéticos, se cumplieron estrictamente las normativas de seguridad para el manejo de reactivos químicos, minimizando riesgos ambientales y de los humanos. La integridad científica se mantuvo mediante la precisión y reproducibilidad de los datos, evitando cualquier manipulación o sesgo, haciendo un correcto diseño de experimentos.

## **Impacto**

Se desarrollaron nuevas técnicas para crear materiales a partir de desechos industriales, lo que fortaleció la investigación en biomateriales y nanotecnología en la Universidad Autónoma de Manizales (UAM). Se mejoraron las propiedades

del fibrocemento al añadirle microfibras de celulosa, ofreciendo nuevas opciones sostenibles y eficientes para la industria de la construcción. El proyecto fortaleció las conexiones entre diferentes instituciones de investigación, fomentando el trabajo en equipo con la Universidad de Campinas en Brasil. Al reutilizar la cascarilla de arroz, se contribuye a reducir la contaminación y se promovió un enfoque de economía circular, apoyando los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la innovación y la sostenibilidad. Los resultados del proyecto se compartieron con el semillero, en charlas en eventos científicos, y se involucró a estudiantes en el proceso, mejorando su formación académica.

## Recomendaciones

Dirigidas a actores de la academia, la empresa, el Estado y la sociedad civil; pero, particularmente, dirigidas a agricultores de arroz.

- En lugar de desechar o quemar la cascarilla, los agricultores podrían explorar su venta a industrias que la utilicen para producir materiales de construcción. En aplicaciones como fibrocemento reforzado con microfibras de celulosa. Esto no sólo genera ingresos adicionales a los agricultores, sino que contribuye a reducir la contaminación ambiental.

## Referencias

- Y. Li *et al.*, “A new method of comprehensive utilization of rice husk,” *J. Hazard. Mater.*, vol. 186, no. 2–3, pp. 2151–2156, 2011, doi: 10.1016/j.jhazmat.2011.01.013.
- K. Y. Foo and B. H. Hameed, “Utilization of rice husk ash as novel adsorbent: A judicious recycling of the colloidal agricultural waste,” *Adv. Colloid Interface Sci.*, vol. 152, no. 1–2, pp. 39–47, 2009, doi: 10.1016/j.cis.2009.09.005.
- M. Noushad, I. A. Rahman, N. Sheeraz, C. Zulki, A. Husein, and D. Mohamad, “Low surface area nanosilica from an agricultural biomass for fabrication of dental nanocomposites,” *Ceram. Int.*, vol. 40, pp. 4163–4171, 2014, doi: 10.1016/j.ceramint.2013.08.073.



Figura 1. Transformación de la cascarilla de arroz en celulosa



# Efecto de los aditivos extraídos de la cascarilla de arroz sobre las propiedades mecánicas y la durabilidad de matrices cementicias

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 9.** Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo

---

**Daniel Fernando Hincapié Rojas** | PhD., en Ingeniería.

*Correo electrónico: daniel.hincapier@autonoma.edu.co*

**Óscar Moscoso Londoño** | PhD., en Ingeniería.

*Correo electrónico: oscar.moscosol@autonoma.edu.co*

**Posidia Pineda Gómez** | PhD., en Ciencias.

*Correo electrónico: posidia.pineda@ucaldas.edu.co*

**Francy Nelly Jiménez García** | PhD., en Ingeniería.

*Correo electrónico: francy@autonoma.edu.co*

■ Grupos de Investigación: **Física y Matemáticas /Grupo de Investigación en Magnetismo y Materiales Avanzados.** ■

**Palabras clave:** nanopartícula de sílice, fibrocemento, ensayos de envejecimiento acelerado

## Problema a resolver

El problema de investigación de este proyecto se centra en cómo mejorar la resistencia y la durabilidad del fibrocemento, un material utilizado en la construcción. La cascarilla de arroz es el principal subproducto de la industria arrocera, que normalmente se desecha y puede causar problemas ambientales; contiene celulosa y sílice, que tienen el potencial de mejorar las propiedades del fibrocemento. El fibrocemento ha sido tradicionalmente reforzado con fibras de asbesto, pero debido a los riesgos para la salud, se han buscado alternativas más seguras, como las fibras de celulosa. Sin embargo, estas fibras tienden a deteriorarse con el tiempo, debido a la alta alcalinidad del cemento. Aquí es donde entra en juego la sílice extraída de la cascarilla de arroz: la idea es ver si al añadir micro y nanopartículas de sílice, se puede proteger mejor la estructura de las fibras de celulosa, y, al mismo tiempo, mejorar las propiedades y durabilidad del fibrocemento. El reto principal de la investigación es entender cómo estas partículas de sílice afectan el rendimiento del fibrocemento, especialmente bajo condiciones que simulan el envejecimiento acelerado.

## Contexto del estudio

La cascarilla de arroz es un subproducto abundante de la industria arrocera, representando aproximadamente el 20% del peso total del grano. Debido a su baja biodegradabilidad, la disposición de la cascarilla plantea un desafío ambiental muy importante (Shameem Banu *et al.*, 2020). Sin embargo, debido a su alto contenido de celulosa y sílice ofrece una oportunidad para reutilizar este residuo en aplicaciones industriales, particularmente en la mejora de materiales de la construcción a base de cemento. El fibrocemento es un material compuesto de cemento, sílice y fibras, y ha sido ampliamente utilizado en sistemas de construcción liviana. Históricamente, se utilizaba asbesto como refuerzo, pero debido a los riesgos para la salud, se han desarrollado alternativas como las fibras de celulosa. Aunque las fibras de celulosa son renovables y no tóxicas presentan problemas de durabilidad cuando se exponen a ambientes altamente alcalinos, como los encontrados en la matriz cementicia (Gomes, 2013). Reportes de investigaciones previas han explorado la extracción de sílice de la cascarilla de arroz mediante procesos térmicos, químicos y de molienda, demostrando que la sílice extraída puede mejorar las propiedades mecánicas de materiales a base de cemento. Sin embargo, estos estudios han sido limitados, especialmente en lo que respecta a la adición de nanopartículas de sílice en fibrocemento reforzado con celulosa y la evaluación de su durabilidad bajo condiciones de envejecimiento acelerado (Jain *et al.*, 2020).

El fibrocemento es un ejemplo de material compuesto, donde las fibras actúan como refuerzo dentro de una matriz cementicia, mejorando la resistencia y la flexibilidad del material final. La adición de fibras vegetales, como la celulosa, ha sido estudiada como una alternativa sostenible al asbesto, aunque con desafíos en términos de durabilidad (Hincapié Rojas et al., 2020).

*Economía circular:* la reutilización de residuos industriales, como la cascarilla de arroz, se enmarca en el concepto de economía circular, que busca cerrar el ciclo de vida de los productos mediante su revalorización. En este contexto, la extracción de celulosa y sílice de la cascarilla de arroz no sólo reduce el impacto ambiental de este residuo, sino que también aporta valor añadido al fibrocemento.

*Aplicaciones de la nanotecnología en la construcción:* el uso de nanomateriales en la construcción ha demostrado mejorar significativamente las propiedades de los materiales. En particular, las nanopartículas de sílice pueden actuar como relleno en la matriz cementicia, aumentando su densidad, reduciendo la porosidad y mejorando la resistencia mecánica y la durabilidad. Además, estas nanopartículas pueden ayudar a mitigar la degradación de las fibras de celulosa al reducir el ataque alcalino dentro del fibrocemento (Tobón et al., 2010).

## **Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica**

Durante el desarrollo de este proyecto, se adoptaron normas y políticas estrictas para garantizar la ética, la bioética y la integridad científica. Se siguieron las directrices de la UAM y de Minciencias para asegurar la honestidad en la recopilación, análisis y presentación de los datos. En términos de bioética, aunque el proyecto no involucró experimentación con seres vivos y se garantizaron prácticas seguras en el manejo de reactivos químicos y materiales de laboratorio, siguiendo los protocolos de seguridad para minimizar cualquier riesgo a los investigadores, estudiantes y al medio ambiente. En cuanto a la integridad científica, se aseguró la correcta atribución de la autoría y la cita de las fuentes bibliográficas consultadas como base en esta investigación, bajo los lineamientos de la propiedad intelectual y evitando el plagio. Los resultados y hallazgos fueron reportados de manera transparente, y se promovió la reproducibilidad de los experimentos mediante una documentación detallada de los procedimientos seguidos, los cuales fueron reportados en la tesis doctoral y los artículos científicos derivados de este trabajo.

## Impacto

*Impacto social y cultural:* este proyecto ha ayudado a cambiar la forma en que las personas ven la cascarilla de arroz, que solía ser considerada un simple desecho. Ahora, gracias a la investigación, se valora más como un recurso con alto valor agregado y sostenible. Esto ha generado conciencia sobre la importancia de reutilizar los residuos agrícolas, tanto en la comunidad como en la industria de la construcción.

*Impacto económico:* al encontrar nuevas formas de reutilizar la cascarilla de arroz, como en la mejora de las propiedades funcionales del fibrocemento, el proyecto ha creado posibles oportunidades para que los agricultores y la industria arrocera para que generen ingresos adicionales, dándole un valor agregado a este subproducto. Además, al mejorar la durabilidad del fibrocemento, se reduce la necesidad de reparaciones y reemplazos en la construcción, lo que significa ahorros económicos tanto para las empresas como para los clientes finales.

*Impacto político:* el proyecto apoya las políticas de sostenibilidad y gestión de residuos del país, mostrando cómo se pueden reutilizar los subproductos agrícolas de manera efectiva y sostenible. También ofrece una alternativa al uso del asbesto, que está prohibido por sus riesgos a la salud de las personas, ayudando a que se cumplan las regulaciones y estándares de los organismos nacionales sin comprometer la calidad de los materiales a base de cemento utilizados en la construcción.

*Innovación y tecnología:* la investigación ha generado nuevas ideas y conocimientos en la industria de la construcción, especialmente en cómo integrar nanomateriales y residuos agrícolas en productos de la construcción.

## Recomendaciones

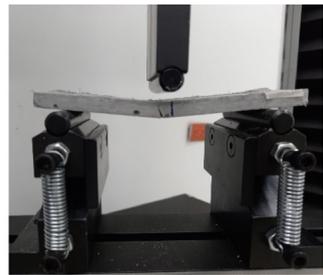
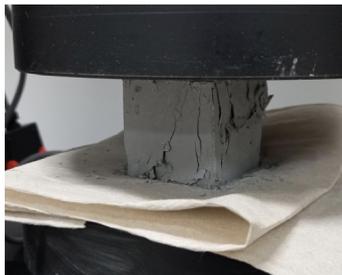
Dirigidas a actores de la academia, la empresa, el Estado y la Sociedad civil; pero, particularmente, dirigidas a empresas comercializadoras de productos a base de cemento o fibrocemento.

- Se recomienda a los empresarios del área del cemento que incorporen micro y nanopartículas de sílice obtenidas de la cascarilla de arroz en sus productos de fibrocemento para mejorar su calidad y durabilidad. También que consideren crear línea de productos más sostenibles que utilicen residuos agrícolas. Modificar sus procesos para incluir el uso de sílice extraída de cascarilla de arroz, lo que puede reducir costos y aprovechar recursos locales.

Antes de lanzar nuevos productos reforzados con estos aditivos especiales, hacer pruebas de envejecimiento acelerado para asegurarse de que resistan condiciones difíciles. Trabajar con universidades para seguir investigando y mejorando el uso de estos materiales y en especial nanomateriales en el área de la construcción.

## Referencias

- Gomes, C. E. M. (2013). Alternative Binder for Fibercement Building Materials. *Advanced Materials Research*, 753–755(1), 616–622. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.753-755.616>
- Hincapié Rojas, D. F., Pineda Gómez, P., & Guapacha Flores, J. F. (2020). Effect of silica nanoparticles on the mechanical and physical properties of fibercement boards. *Journal of Building Engineering*, 31(April 2019). <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101332>
- Jain, J., Neithalath, N., Kim, T., Hong, S., Seo, K. Y., Kang, C., Palanivelu, R., Rajendran, V., Dhineshababu, N. R., Palanisamy, T., Balasubramanian, S., Cell, M. F., Senff, L., Labrincha, J. A., Ferreira, V. M., Hotza, D., Repette, W. L., Berra, M., Carassiti, F., ... Olawuyi, B. J. (2020). Effect of nano-silica on rheology and fresh properties of cement pastes and mortars. *Construction and Building Materials*, 23(3), 2487–2491. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.02.005>
- Shameem Banu, S., Karthikeyan, J., & Jayabalan, P. (2020). Effect of agro-waste on strength and durability properties of concrete. *Construction and Building Materials*, 258, 120322. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120322>
- Tobón, J. I., Restrepo, O. J., & J, P. (2010). Comparative analysis of performance of portland cement blended with nanosilice and silica fume. *Dyna*, 163(September), 12–7353.



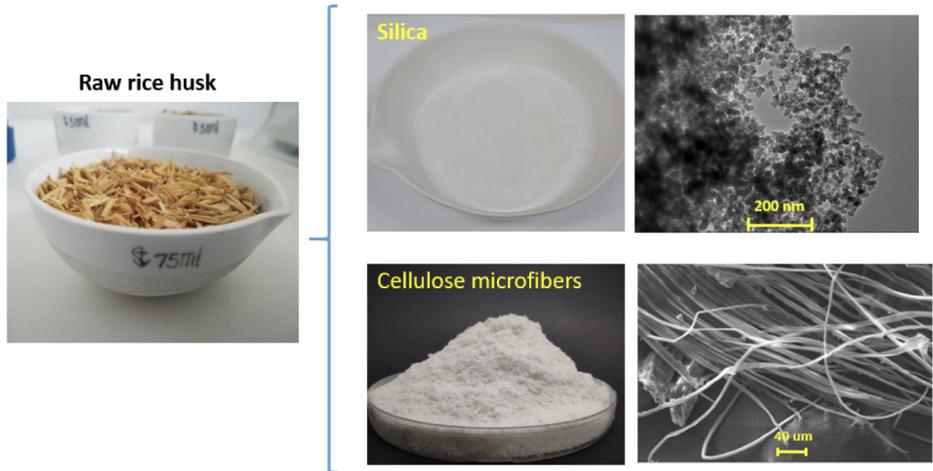
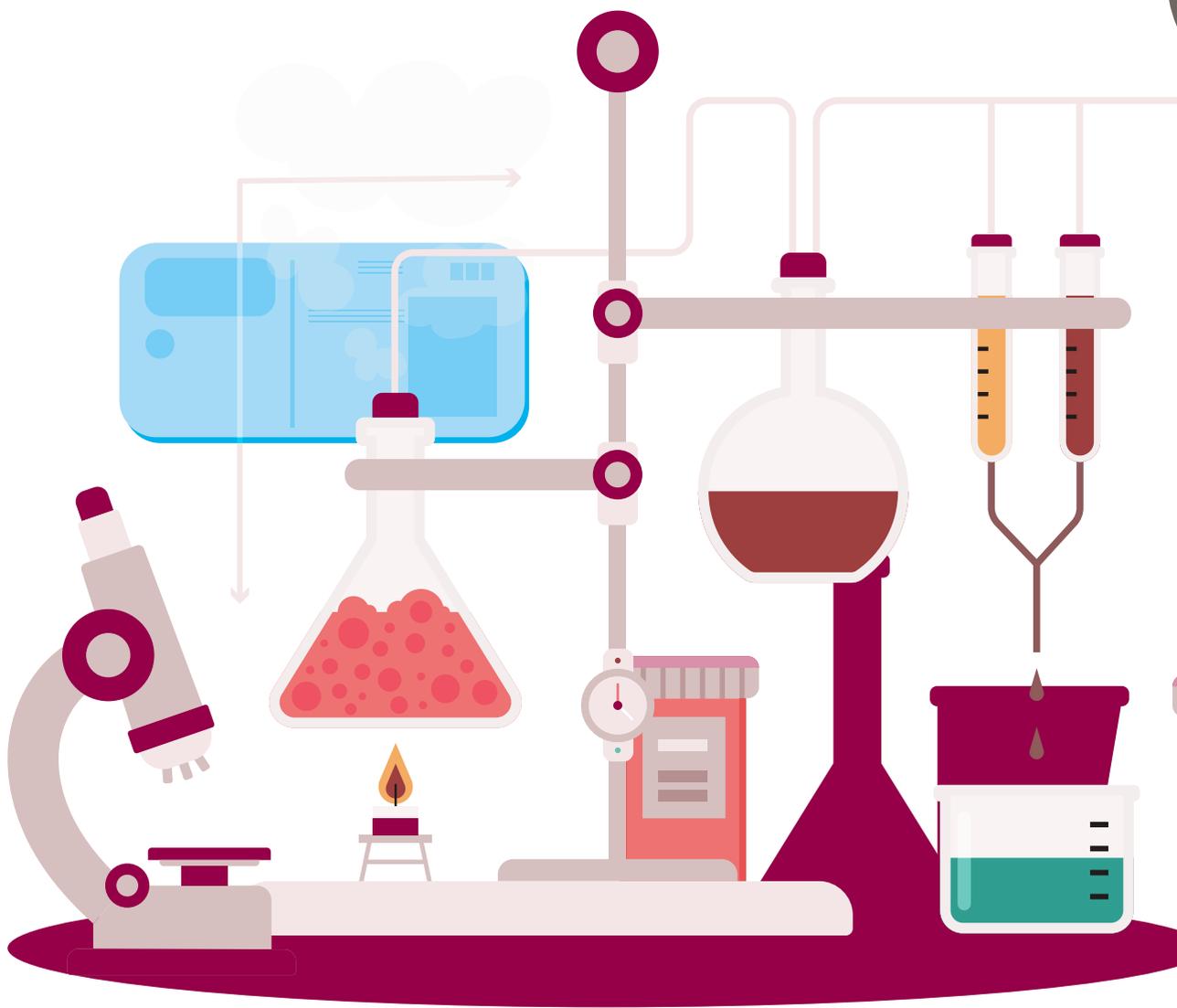


Figura 1. Proceso de investigación en fibras aditivos extraídos de la cascarilla de arroz



# Evaluación de las variables del proceso químico para la obtención de microfibras de celulosa a partir del pergamino de café para su uso como material de refuerzo en biopolímeros

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 9.** Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Colombia diversa, bioeconomía y economía creativa

---

**Daniel Fernando Hincapié Rojas** | PhD., en Ingeniería.

*Correo electrónico: daniel.hincapier@autonoma.edu.co*

**César Leandro Londoño Calderón** | Doctorado en Ingeniería.

*Correo electrónico: cesarl.londonoc@autonoma.edu.co*

**Efraín Eduardo Trujillo de los Ríos** | PhD., en Ingeniería.

*Correo electrónico: eduardo.trujillod@autonoma.edu.co*

**César Augusto Álvarez Vargas** | Doctorando en Ingeniería Mecánica.

*Correo electrónico: dekinov@autonoma.edu.co*

**Elizabeth Restrepo Parra** | PhD., en Ingeniería.

*Correo electrónico: erestrepop@unal.edu.co*

**Laura Gabriela Pampillo** | PhD., en Ingeniería.

*Correo electrónico: lpampillo@fi.uba.ar*

**Juan Esteban Henao Rodríguez** | MsC.

*Correo electrónico: juane.henaor@autonoma.edu.co*

■ Grupos de Investigación: **Física y Matemáticas con énfasis en la formación de ingenieros / Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial "Archytas" / Grupo de Física del Plasma - Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN).** ■

**Palabras clave:** Pergamino de café, celulosa, biopolímeros a base del almidón.

## Problema a resolver

El problema que esta investigación aborda es cómo fabricar materiales más sostenibles y ecológicos que puedan reemplazar a los plásticos convencionales, los cuales generan una gran cantidad de contaminación en el medio ambiente. La investigación se enfoca en utilizar residuos agrícolas, específicamente el pergamino de café, un subproducto muy abundante del proceso de café y que, normalmente, se desecha.

El objetivo es aprovechar este residuo que es abundante en países como Colombia, para obtener microfibras de celulosa, que luego se mezclan con almidón de yuca para crear un material biodegradable. Además, se busca mejorar las propiedades del biopolímero, añadiendo nanopartículas de sílice, extraídas de la cascarilla de arroz, lo que ayudaría a que el material sea más resistente y tenga mejores características.

Este proyecto ofrece una solución sostenible para reducir la contaminación por plásticos, mediante el uso de residuos agrícolas, convirtiendo lo que antes era basura en un material con alto valor agregado y sobre todo sostenible, alineado con la economía circular. Esto no sólo ayudaría al medio ambiente, sino a generar nuevas oportunidades económicas.

## Contexto del estudio

El plástico es uno de los materiales más utilizados a nivel global, debido a sus propiedades y bajo costo de producción. Sin embargo, su impacto ambiental es bastante delicado, ya que la mayoría de los plásticos convencionales son derivados del petróleo y tardan muchos años en descomponerse. Esto ha provocado una acumulación masiva de residuos plásticos, afectando gravemente los ecosistemas terrestres y marinos. La contaminación por microplásticos y la pérdida de biodiversidad son sólo algunas de las consecuencias de este problema (Le Corre & Angellier-Coussy, 2014).

En este sentido, se ha generado un creciente interés en el desarrollo de materiales biodegradables como los biopolímeros que pueden reemplazar al plástico tradicional. Los biopolímeros se producen a partir de fuentes naturales como la celulosa, el almidón y otras sustancias biológicas. En este contexto, el pergamino de café, un subproducto abundante de la industria cafetera en Colombia, ha sido identificado como una fuente de celulosa que podría ser utilizada para reforzar los biopolímeros biodegradables (Costas, 1998). Este proyecto se centra en la optimización de procesos para extraer celulosa del pergamino de café y combinarla con almidón de yuca para crear el biopolímero.

*Biopolímeros:* son materiales poliméricos producidos a partir de fuentes renovables. A diferencia de los polímeros sintéticos, los biopolímeros pueden

biodegradarse más rápidamente, lo que los convierte en una alternativa atractiva frente a los plásticos convencionales. La celulosa, por ejemplo, es el biopolímero natural más abundante y se encuentra en las paredes celulares de las plantas. Es ampliamente utilizada en la creación de materiales biodegradables, debido a su capacidad para formar microfibras con propiedades mecánicas útiles (Azizi Samir *et al.*, 2005).

*Pergamino de café*: es una fuente potencial de celulosa, que se obtiene durante el proceso de trilla del café. Colombia, como uno de los principales productores de café a nivel mundial, que genera grandes cantidades de este subproducto, ofrece una excelente oportunidad para su valorización a través de su uso en la creación de biopolímeros (Hena Rodríguez *et al.*, 2023).

*Almidón de yuca*: es otro biopolímero que se caracteriza por su capacidad de gelatinización, lo que lo convierte en un excelente componente para la producción de películas plásticas biodegradables. Sin embargo, su principal limitación es su baja resistencia mecánica, por lo que el refuerzo con microfibras de celulosa puede mejorar significativamente sus propiedades (Forssell *et al.*, 2002).

*Nanopartículas de sílice*: este tipo de aditivo puede ser utilizado para mejorar las propiedades de los biopolímeros. Estudios previos han demostrado que la incorporación de nanopartículas de sílice en películas de biopolímeros puede aumentar su resistencia y reducir su permeabilidad, mejorando su rendimiento y vida útil (Zhang *et al.*, 2016).

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

En el desarrollo de este proyecto se tuvieron en cuenta varias consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica. Se aseguró la honestidad en la recolección, análisis y presentación de datos. Además, se respetaron los principios de propiedad intelectual y se citaron adecuadamente las fuentes bibliográficas utilizadas. En términos bioéticos, aunque no hubo experimentación con seres vivos, se garantizó la seguridad de los investigadores en torno al manejo de productos químicos y se minimizaron los impactos ambientales, siguiendo prácticas responsables en cuanto al desecho de los residuos generados durante la investigación. Finalmente, se garantizó que los datos fueran reproducibles y útiles para la comunidad científica.

## Impacto

Desde un punto de vista ambiental, el proyecto contribuye a la reducción de la contaminación plástica mediante el desarrollo de biopolímeros biodegradables. Al utilizar residuos agroindustriales como el pergamino de café y la cascarilla de arroz, se promueve la reutilización de estos desechos y se disminuye la dependencia de plásticos convencionales derivados del petróleo.

Desde el punto de vista económico, el aprovechamiento de subproductos agrícolas, como el pergamino de café, abre nuevas oportunidades de negocio para la industria cafetera y para sectores vinculados a la producción de biopolímeros, creando posibles fuentes de ingresos adicionales y generando empleo en las áreas rurales.

Finalmente, el proyecto aporta conocimientos sobre el uso de residuos agroindustriales en la fabricación de biopolímeros y el uso de nanopartículas de sílice para mejorar sus propiedades físicas, mecánicas y de barrera. Esto sienta las bases para futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos en la creación de materiales más sostenibles.

## Recomendaciones

Dirigidas a actores de la academia, la empresa y el Estado; pero, particularmente, dirigidas a agricultores del área de café.

- Los agricultores pueden explorar la posibilidad de vender el pergamino de café a empresas interesadas en su uso como materia prima para la extracción de microfibras de celulosa y otros compuestos lignocelulósicos. Esto puede generar ingresos adicionales y reducir el desperdicio de asociado a este subproducto.
- Por otro lado, se recomienda a los agricultores de café que participen en iniciativas o proyectos que promuevan la economía circular, para aprovechar al máximo los subproductos del café y mejorar la sostenibilidad ambiental de sus prácticas agrícolas y reducir la cantidad de desperdicios generados.

## Referencias

Azizi Samir, M. A. S., Alloin, F., & Dufresne, A. (2005). Review of recent research into cellulosic whiskers, their properties and their application

in nanocomposite field. *Biomacromolecules*, 6(2), 612–626. <https://doi.org/10.1021/bm0493685>

Costas, G. B. (1998). Structures and phase transitions of starch polymers. *Polysaccharide Association Structures in Food*, 98–109.

Forsell, P., Lahtinen, R., Lahelin, M., & Myllärinen, P. (2002). Oxygen permeability of amylose and amylopectin films. *Carbohydrate Polymers*, 47(2), 125–129. [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(01\)00175-8](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(01)00175-8)

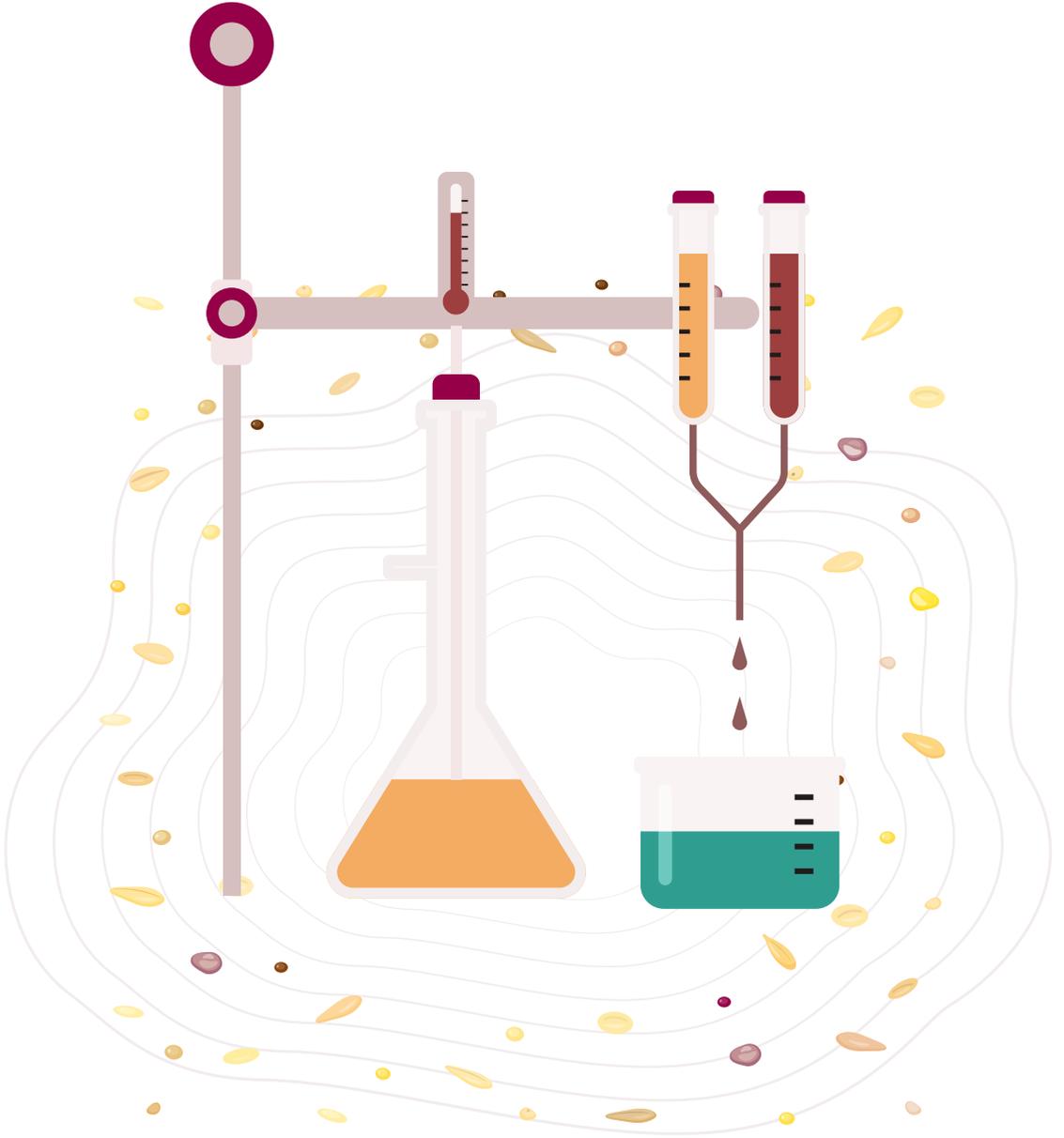
Henao Rodríguez, J. E., Escobar Rincón, D., Hincapié Rojas, D. F., Cely Orjuela, I. G., Socolovsky, L. M., Erazo Rondón, D. G., & Londoño Calderón, C. L. (2023). Effects of hydrolysis and bleaching conditions on the efficiency of cellulose microfibrils extraction from coffee parchment through a design of experiments. *Cellulose*, 30(17), 10715–10731. <https://doi.org/10.1007/s10570-023-05553-6>

Le Corre, D., & Angellier-Coussy, H. (2014). Preparation and application of starch nanoparticles for nanocomposites: A review. *Reactive and Functional Polymers*, 85, 97–120. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2014.09.020>

Zhang, Z., He, W., Zheng, J., Wang, G., & Ji, J. (2016). Rice Husk Ash-Derived Silica Nanofluids: Synthesis and Stability Study. *Nanoscale Research Letters*, 11(1), 502. <https://doi.org/10.1186/s11671-016-1726-9>



Figura 1. proceso químico para la obtención de microfibras de celulosa



# Degradación de dipirona en solución acuosa mediante el uso de nanopartículas de óxido de hierro

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 6.** Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta el proyecto:** Agua y Cambio Climático

---

**César Leandro Londoño Calderón** | Doctor en Ingeniería.

*Correo electrónico: cesarl.londonoc@autonoma.edu.co*

**Maribel Muñoz Roncancio** | Ingeniera Ambiental.

*Correo electrónico: mmunoz@ses.com.co*

■ **Grupos de Investigación: Física y Matemáticas con Énfasis en la Formación de Ingenieros (UAM) / Investigación Clínica -S.E.S Hospital Universitario de Caldas (SES-HUC).** ■

**Palabras clave:** Oxidación avanzada, Nanopartículas, Óxido de hierro, Dipirona, Contaminantes emergentes.

## Problema a resolver

Los residuos hospitalarios pueden producir contaminación y enfermedades si no son manejados adecuadamente. Generalmente, se producen residuos químicos, farmacéuticos y radiactivos, todos ellos en pequeñas cantidades, que requieren un manejo especial. Regularmente, entre el 30% y 90% de la dosis de un medicamento administrado vía oral se excreta como sustancia activa en la orina, lo que ocasiona la contaminación en el ambiente. El fármaco Dipirona es un fármaco analgésico, antipirético, espasmolítico y con efectos antiinflamatorios, el cual es altamente usado en la dependencia UCI del S.E.S Hospital Universitario de Caldas, lo cual ocasiona, sin embargo, una alta generación de residuos en las aguas residuales. Por esto, el objetivo del presente proyecto de investigación es evaluar el uso de nanopartículas de óxido de hierro con fines para degradación de Dipirona en soluciones acuosas. Además, se pretende estudiar diversos estímulos por los cuales se puede generar la degradación del fármaco, considerando los grupos funcionales presentes en las moléculas y los enlaces químicos que puedan establecer. Con esta investigación, se pretende presentar un sistema el cual permita degradar residuos hospitalarios en aguas residuales, lo cual presentaría una mejora significativa en la contribución al medio ambiente.

## Contexto del estudio

Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos ha sido reconocido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), como uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS no. 6. Agua Limpia y Saneamiento), los cuales son fundamentales para que los países y sus sociedades emprendan un camino hacia la mejora de la calidad de vida de todos sin dejar a nadie atrás. Si bien se ha conseguido progresar de manera significativa a la hora de ampliar el acceso a agua potable y saneamiento, existen miles de millones de personas (principalmente en áreas rurales) que aún carecen de estos servicios básicos. Las principales razones asociadas a dicha problemática están relacionadas con la escasez de agua y que más del 80% de las aguas residuales provienen de actividades humanas. Estos residuos son vertidos en ríos o en el mar sin ningún tratamiento, lo que provoca su contaminación. Además, aproximadamente el 70% de todas las aguas extraídas de los ríos, lagos y acuíferos se utilizan para el riego, haciendo del problema de la contaminación por aguas residuales un problema circular [1].

Entre todas las fuentes de contaminación hídrica, los contaminantes de preocupación emergente (CPE'S), conocidos también como contaminantes emergentes, son compuestos químicos de naturaleza sintética que persisten

en el ambiente y no se degradan con facilidad, como lo pueden ser los propios productos cosméticos, productos farmacéuticos, detergentes, edulcorantes, entre otros y los residuos que se generan posterior su uso o consumo [2]. En específico, los CPE que son de mayor interés, en cuanto a su impacto, son los fármacos, ya que estos no necesitan persistir en el ambiente para causar efectos adversos, sobre todo a que su presencia en el ambiente es constante debido a su uso común [3].

Comparados con otros CPE, los fármacos tienen funciones fisiológicas y farmacológicas específicas, por lo que sus efectos en los seres vivos y organismos biológicos pueden ser variados y dañinos, actuando como disruptores endocrinos, desarrollo de resistividad microbiológica, alteraciones metabólicas y acumulación en los organismos acuáticos [2] [4] [5]. En España, se han realizado estudios de monitoreo y detección de este tipo de contaminantes en las aguas residuales, debido a que los países de la Unión Europea, a pesar de contar en su mayoría con plantas de tratamiento, no cuentan con normatividad para los CPE's [6]. También se han realizado procesos de detección en la ciudad de Budapest, Hungría, donde se determinó la presencia de compuestos de origen farmacológico en las aguas ya filtradas y de uso doméstico [7].

En general, para los países latinoamericanos no existe regulación alguna con respecto al vertimiento de este tipo de contaminantes, cuya entrada al ciclo del agua se da a través de los sistemas de alcantarillado que llevan las aguas residuales de los centros poblados a las plantas de procesamiento (si las hay) o directamente a los cuerpos de agua. En la actualidad, se avanza en investigaciones para desarrollar técnicas de tratamiento efectivo que permitan degradar este tipo de desechos, ya que los tratamientos convencionales no tienen la capacidad de eliminar o degradar estos compuestos debido a sus múltiples orígenes y complejidad química [2] [4].

Dentro de los CPE's de origen farmacológico, se encuentra la Dipirona (Metamizol), el cual es un medicamento de uso clínico común, bastante implementado en varios países de Latinoamérica para el tratamiento del dolor agudo y crónico. En Colombia, el INVIMA aprobó registros sanitarios para la dipirona en solución inyectable de 1 g/2ml y 2g/5ml, tabletas de 500 g y 324 g, gotas de administración oral y jarabe ambos de 50 mg/ml [8]. La Dipirona es un medicamento antipirético, antiinflamatorio, no opioide que actúa sobre el sistema nervioso central, este tipo de medicamentos son metabolizados principalmente en el hígado y sus metabolitos son encargados de producir los efectos analgésicos y, debido a su uso elevado en instituciones clínicas, los estudios sobre los efectos adversos son bastante importantes [9].

En cuanto a la peligrosidad de este medicamento, la toxicidad de la Dipirona es relativamente baja y no representa una peligrosidad elevada, ya que los efectos adversos que se pueden presentar son poco frecuentes (de 1 a 25 pacientes por millón, al año). Entre los síntomas adversos que mayor preocupación genera, la agranulocitosis es la principal causa de que la Administración de Alimentos y

Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés) no apruebe su uso en los Estados Unidos a pesar de que la incidencia de dicha afección es muy baja, comparado con las demás afecciones graves en pacientes tratados con Dipirona [8].

En un estudio realizado en Suramérica, el cual analiza el efecto de este medicamento en una especie de peces (*Rhamdia quelen*), los cuales están expuestos a concentraciones de alrededor de 5µg/L de Dipirona, así como a sus metabolitos disueltos en los ríos que estos habitan. Se descubrió que, debido a la exposición constante, estos organismos acuáticos experimentan efectos de intoxicación como daños en su ADN [10].

En la literatura existe un acuerdo generalizado donde se registran aplicaciones de múltiples tipos de procesos que permiten la degradación de compuestos orgánicos, como fármacos y residuos de combustibles de distintas naturalezas de funcionamiento, conocidos como Procesos de Oxidación Avanzada (POA). Estos se realizan en fase acuosa y se basan en la generación de radicales hidroxilos en condiciones de presión y temperatura cercana a la ambiental, entre los cuales hay procesos catalíticos y no catalíticos para la oxidación de materia orgánica [5]. Entre los POA, en este trabajo se van a tratar tres técnicas: Fenton, foto-fenton y fotocatalisis.

En las instalaciones del SES-HUC, la Dipirona se encuentra clasificada entre los agentes analgésicos y de acción del sistema nervioso central. Junto con este, se encuentran otros medicamentos antipiréticos y opiáceos que forman el 20.54% de los fármacos utilizados en la UCI, siendo los más usados según los registros de farmacia central del 2021 (Registro interno de medicamentos SES-HUC (2021)).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el propósito de este trabajo es probar la viabilidad y efectividad de un nuevo método de eliminación o degradación de compuestos orgánicos farmacológicos como la Dipirona del ciclo del agua aplicando efectos como Fenton, Foto-Fenton, Catálisis y Foto-Catálisis, usando nanopartículas de óxido de hierro en un ambiente controlado de laboratorio. Con esto se espera dar pie a nuevas tecnologías que puedan ser aplicadas en el tratamiento de aguas residuales de origen hospitalario.

## **Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica**

El presente proyecto fue formulado teniendo en cuenta las normas ambientales, normas de investigación en salud o aplicadas. No incluye el uso de organismos genéticamente modificados o de acceso de recursos biológicos y genéticos. No se empleó ningún recurso vivo, agentes o muestras biológicas, datos personales, información proveniente de investigaciones previas realizadas con seres vivos o que no tengan impacto sobre la vida.

## Impacto

Con el desarrollo de la presente propuesta de investigación se formaron tres jóvenes investigadores en el marco de Paz y Competitividad con modalidad investigación en la degradación de Dipirona utilizando nanopartículas.

Se logró una difusión en la comunidad académica y universitaria de la importancia de los contaminantes orgánicos en el agua, especialmente de aquellos de origen farmacológico y su potencial riesgo de no ser controlados de forma apropiada:

## Recomendaciones

Dirigidas a actores de la academia, la empresa y el Estado; pero, particularmente, dirigidas a Ingenieros ambientales.

- La degradación de contaminantes orgánicos en el agua es un área de vital importancia para la preservación del medio ambiente y la salud pública. De modo que es importante resaltar que, debido al objeto de estudio y la duración del proyecto, quedaron dudas sobre el uso de nanopartículas de óxido de hierro y silicio para la degradación de contaminantes orgánicos en el agua, por lo tanto, se sugiere utilizar técnicas especializadas como HPLC masas para determinar las rutas de degradación de la Dipirona en agua.
- La tecnología presentada puede ser la adecuada si se realiza un diseño de un reactor de *pyrex* para tratar el agua contaminada y separar las nanopartículas del efluente y no generar contaminación.
- Se recomienda realizar pruebas piloto a pequeña escala con el reactor sugerido anteriormente para evaluar la eficacia y la viabilidad de la tecnología antes de implementarla a gran escala. Esto permite ajustar los parámetros de operación y optimizar el proceso.
- Establecer un programa de monitoreo continuo para evaluar la eficacia del tratamiento y garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad del agua. Esto puede incluir análisis químicos, biológicos y físicos del agua tratada con las nanopartículas.
- Capacitar al personal encargado del tratamiento del agua en las técnicas y procedimientos adecuados. También es importante educar a la comunidad sobre la importancia de la protección del agua y cómo pueden contribuir a la prevención de la contaminación.

- Se recomienda fomentar la colaboración entre expertos en diferentes disciplinas, como química, biología, ingeniería ambiental y salud pública, para abordar de manera integral los desafíos asociados con la degradación de Dipirona en el agua. Desarrollar, además, un plan de gestión de residuos para manejar adecuadamente los subproductos generados durante el proceso de tratamiento, asegurando su disposición final de manera segura y ambientalmente responsable. Realizar una evaluación de costos completa que incluya tanto los costos iniciales de instalación como los costos operativos y de mantenimiento a largo plazo. Esto ayudará a garantizar la sostenibilidad económica del proyecto a largo plazo. Y, finalmente, involucrar a la comunidad local en proyectos futuros, desde la planificación hasta la implementación y el monitoreo. Esto puede ayudar a generar apoyo público y a abordar las preocupaciones locales sobre la calidad del agua y el medio ambiente.

## Referencias

1. ONU, 2015. Objetivos de Desarrollo Sostenible - Organización de las Naciones Unidas, septiembre de 2015, Agenda 2030. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
2. Rojo, M. (2021). Estudio de la acumulación de compuestos farmacéuticos de uso humano en especies de peces de la Cuenca del Plata [Universidad Nacional de La Plata]. <https://doi.org/10.35537/10915/118783>
3. Robledo Zacarías, V. H., Velázquez Machuca, M. A., Montañez Soto, J. L., Pimentel Equihua, J. L., Vallejo Cardona, A. A., López Calvillo, M. D., & Venegas González, J. (2017). Hidroquímica y Contaminantes Emergentes en Aguas Residuales Urbano Industriales de Morelia, Michoacán, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(2), 221–235. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.02.04>
4. Sánchez L. (2015). Control borroso para la valoración del impacto ambiental generado por contaminantes emergentes en aguas residuales hospitalarias. *Gestión y Ambiente*, 18, 81–93. <https://doi.org/10.15446/ga>
5. Carbajo Olleros J. (2013). Aplicación de la fotocatalisis solar a la degradación de contaminantes orgánicos en fase acuosa con catalizadores nanoestructurados de TiO<sub>2</sub>. Universidad Autónoma de Madrid. [hdl.handle.net](http://hdl.handle.net/10261/100081). Available at: <http://hdl.handle.net/10261/100081>
6. Pérez Álvarez, J. A. (2017). Fármacos como contaminantes emergentes: Caracterización, cuantificación y eliminación en plantas de tratamiento de aguas residuales. <http://hdl.handle.net/10651/42662>

7. Kondor, A. C., Molnár, É., Vancsik, A., Filep, T., Szeberényi, J., Szabó, L., Maász, G., Pirger, Z., Weiperth, A., Ferincz, Á., Staszny, Á., Dobosy, P., Horváthné Kiss, K., Jakab, G., & Szalai, Z. (2021). Occurrence and health risk assessment of pharmaceutically active compounds in riverbank filtrated drinking water. *Journal of Water Process Engineering*, 41, 102039. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102039>
8. Buitrago-González, T. P., Calderón-Ospina, C. A., & Vallejos-Narváez, Á. (2014). Dipirona: ¿Beneficios subestimados o riesgos sobredimensionados? Revisión de la literatura. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 43(1), 173–195. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v43n1.45472>
9. Schneider, J., Kreutz, R., & Bolbrinker, J. (2019). Pharmakologie der Nichtopioidanalgetika. *Der Schmerz*, 33(2), 165–179. <https://doi.org/10.1007/s00482-018-0339-x>
11. Pamplona, J. H., Oba, E. T., da Silva, T. A., Ramos, L. P., Ramsdorf, W. A., Cestari, M. M., Oliveira Ribeiro, C. A., Zamprônio, A. R., & Silva de Assis, H. C. (2011). Subchronic effects of dipyron on the fish species *Rhamdia quelen*. (12) *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74(3), 342–349. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2010.09.010>.

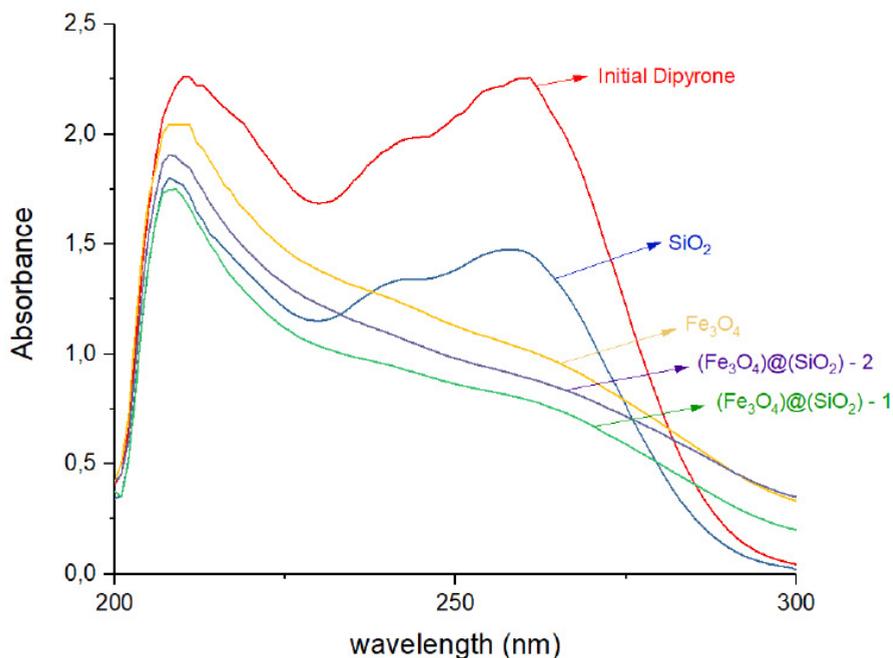
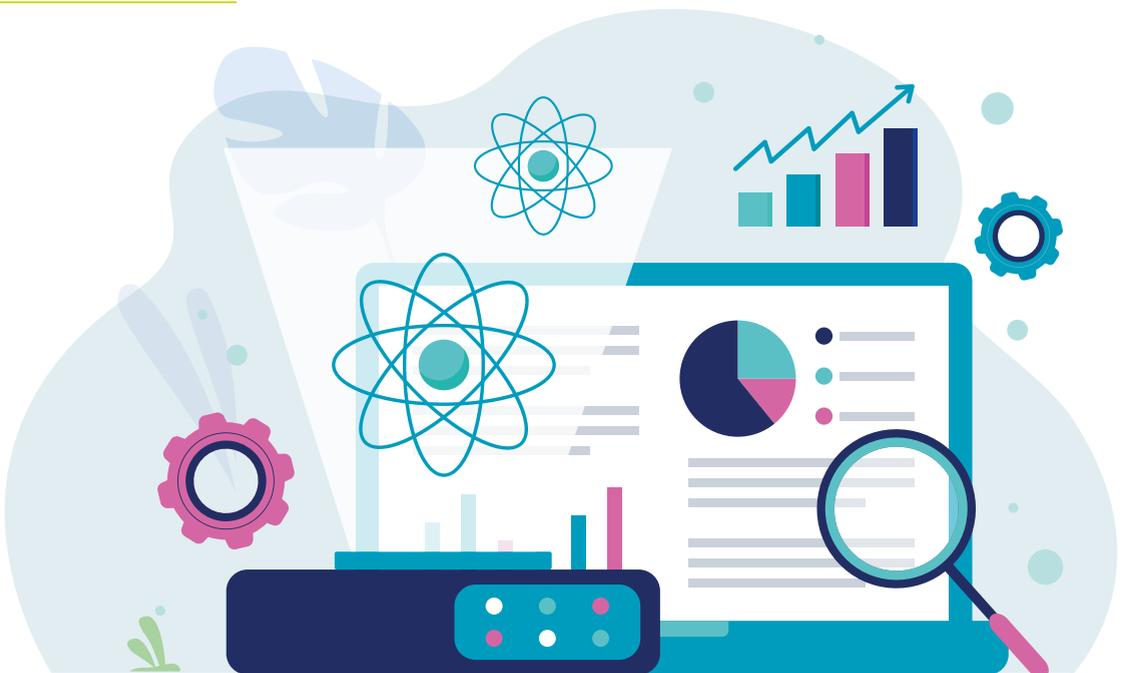


Figura 1. Degradación de dipirona en solución acuosa

# Resúmenes de estrategias de apropiación social del conocimiento y divulgación pública de la ciencia



# Encurtido de semillas, Harina de Cáscaras de Chontaduro y Semillas de Zapallo, Encurtido de cáscaras y Esparcible de Hojas de Apio

## Título del proyecto:

Revalorización de descartes de origen vegetal generados en la transformación de productos gastronómicos.

---

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 12.** Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

---

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta la estrategia de ASC:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo.



## Autores

**Catalina Rocha Ruiz** | Magíster en Creatividad e innovación en las organizaciones. (Investigadora).

*Correo electrónico: crochar@autonoma.edu.co*

**Diana Yomali Ospina López** | Doctora en Ingeniería Industrial y Gestión. (Coinvestigadora).

*Correo electrónico: dianaospina@autonoma.edu.co*

**Eddy Yhomara Rúa Osorio** | Magíster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. (Coinvestigadora).

*Correo electrónico: eddy.rua@colmayor.edu.co*

**Cristina Inés Álvarez Barreto** | Doctora en Ingeniería de Alimentos. (Coinvestigadora).

*Correo electrónico: cristina.alvarez@ucaldas.edu.co*

**Miguel Buitrago Ángel** | Profesional en Artes Culinarias y Gastronomía. (Joven investigador)

*Correo electrónico: miguel.buitragoa@autonoma.edu.co*

**Marlon David Martínez Lemus** | Estudiante de Artes Culinarias y Gastronomía.

(Joven investigador).

*Correo electrónico: marlond.martinezl@autonoma.edu.co*

**Natalia Rico Franco** | Estudiante de Artes Culinarias y Gastronomía. (Semillero de investigación).

*Correo electrónico: natalia.ricof@autonoma.edu.co*

**Juan Camilo Contreras Rodríguez** | Estudiante de Artes Culinarias y Gastronomía. (Semillero de investigación).

*Correo electrónico: juanc.contrerasr@autonoma.edu.co*

**Roandra Danielleys Jarava Bertel Castrillón** | Estudiante de Artes Culinarias y Gastronomía. (Semillero de investigación).

*Correo electrónico: roandrad.jaravab@autonoma.edu.co*

■ Grupos de Investigación: **Diseño y Complejidad–UAM / Diseño mecánico y desarrollo industrial–UAM / Grupo de investigación empresarial turístico (GIET) -Colmayor / Alimentos y agroindustria–UCaldas.** ■

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

Durante el desarrollo de la estrategia, se integraron de manera rigurosa consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica, en cumplimiento con la normativa vigente en Colombia. En particular, se alineó con los principios establecidos en la Ley 1999 de 2019, que define la política pública para la prevención de pérdidas y desperdicios de alimentos. Esta ley, enfocada en reducir el desperdicio alimentario y promover el desarrollo sostenible a través de la inclusión social, la sostenibilidad ambiental y el crecimiento económico, sirvió como marco guía para las acciones del proyecto.

En ese sentido, no sólo se minimizaron los residuos, sino que se enfatizó el aprovechamiento completo de los descartes vegetales, priorizando su reincorporación en la cadena alimentaria. Desde una perspectiva bioética, se garantizó que los productos revalorizados fueran seguros para el consumo humano, cumpliendo con todas las normativas de inocuidad alimentaria. Para ello, se implementaron Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

**Público objetivo:** Actores: academia, empresa, sociedad civil, específicamente a docentes y estudiantes de gastronomía o cocineros y dueños de negocios gastronómicos.

**Premisa o conocimiento a transferir:** mejorar las estrategias para el aprovechamiento de los descartes de origen vegetal, así como la generación de nuevas ideas para estos procesos. Este producto surge de la estrategia de ASC denominada Elaboración de estrategias para la divulgación de las recetas diseñadas para el aprovechamiento de descartes de origen vegetal generados en el programa de Artes Culinarias y Gastronomía.

**Estrategia de divulgación científica:** cinco productos audiovisuales con recetas para el aprovechamiento de los descartes de origen vegetal.

## Visualización



# Protocolo de Manejo de Residuos Sólidos

## Título del proyecto:

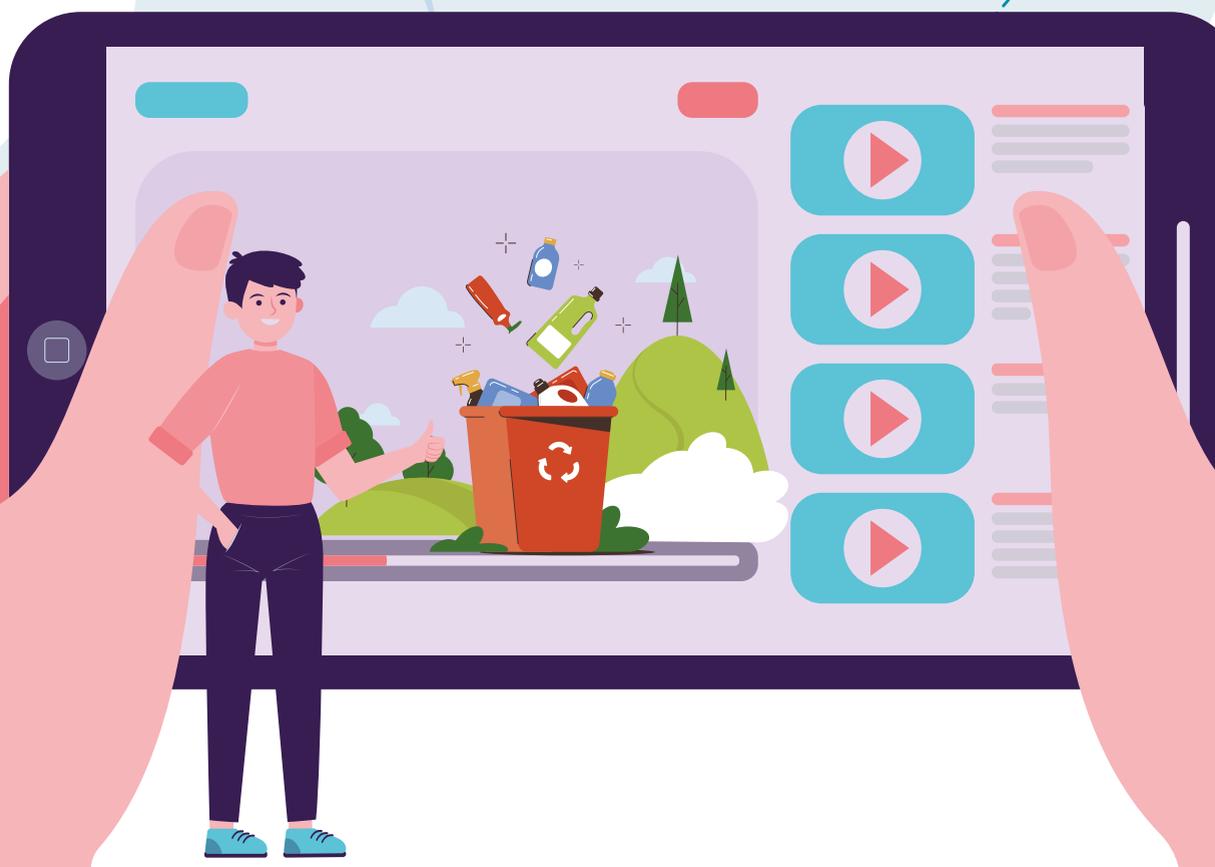
Revalorización de descartes de origen vegetal generados en la transformación de productos gastronómicos.

---

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 12.** Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

---

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta la estrategia de ASC:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo.



## Autores

**Catalina Rocha Ruiz** | Magíster en Creatividad e innovación en las organizaciones. (Investigadora).

*Correo electrónico: crochar@autonoma.edu.co*

**Diana Yomali Ospina López** | Doctora en Ingeniería Industrial y Gestión. (Coinvestigadora).

*Correo electrónico: dianaospina@autonoma.edu.co*

**Eddy Yhomara Rúa Osorio** | Magíster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. (Coinvestigadora).

*Correo electrónico: eddy.rua@colmayor.edu.co*

**Cristina Inés Álvarez Barreto** | Doctora en Ingeniería de Alimentos. (Coinvestigadora).

*Correo electrónico: cristina.alvarez@ucaldas.edu.co*

**Miguel Buitrago Ángel** | Profesional en Artes Culinarias y Gastronomía. (Joven investigador)

*Correo electrónico: miguel.buitragoa@autonoma.edu.co*

**Marlon David Martínez Lemus** | Estudiante de Artes Culinarias y Gastronomía.

(Joven investigador).

*Correo electrónico: marlond.martinezl@autonoma.edu.co*

**Natalia Rico Franco** | Estudiante de Artes Culinarias y Gastronomía. (Semillero de investigación).

*Correo electrónico: natalia.ricof@autonoma.edu.co*

**Juan Camilo Contreras Rodríguez** | Estudiante de Artes Culinarias y Gastronomía. (Semillero de investigación).

*Correo electrónico: juanc.contrerasr@autonoma.edu.co*

**Víctor Manuel Arias Castrillón** | Estudiante de Artes Culinarias y Gastronomía. (Semillero de investigación).

*Correo electrónico: victorm.ariasc@autonoma.edu.co*

■ Grupos de Investigación: **Diseño y complejidad–UAM / Diseño mecánico y desarrollo industrial–UAM / Grupo de investigación empresarial turístico (GIET) -Colmayor / Alimentos y agroindustria–Ualdas.** ■

.....

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

En el desarrollo de la estrategia se tuvieron en cuenta consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica, en consonancia con la normativa vigente en Colombia, específicamente, el proyecto se alineó con la resolución 2148 del 2019 que establece el uso racional de bolsas plásticas. En términos de integridad científica, la estrategia de ASC adoptó estrictos protocolos de transparencia y rigor en la recolección y análisis de datos, reforzando el compromiso del proyecto con la ética, la sostenibilidad y la excelencia científica.

**Público objetivo:** actores de la academia, empresa, sociedad civil, y específicamente a docentes y estudiantes de gastronomía o cocineros y dueños de negocios gastronómicos.

**Premisa o conocimiento a transferir:** mejorar las estrategias para el manejo de residuos sólidos en el programa de artes culinarias y gastronomía de la Universidad Autónoma de Manizales. Estos productos surgen de la estrategia de ASC denominada “*Construcción de un protocolo para el manejo de los residuos sólidos generados en el programa de Artes Culinarias y Gastronomía.*”

**Estrategia de divulgación científica:** un producto audiovisual sobre el manejo de residuos sólidos.

## Visualización



# Agro + Competitivo - Biopreparados

## Título del proyecto:

Creación de la Unidad de apropiación Social del Conocimiento en la Universidad Autónoma de Manizales. Piloto 1: Agro + Competitivo.

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 12.** Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta la estrategia de ASC:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo.



## Autores

**Olga Lucía Ocampo López** | Doctora en Ingeniería.

*Correo electrónico: olocampo@autonoma.edu.co*

**Lina Victoria Berrío Ríos** | Maestría en Administración de Negocios.

*Correo electrónico: lberrío@autonoma.edu.co*

**Mauricio Grajales** | Ingeniero Agrónomo.

*Correo electrónico: mauricio.grajalesr@autonoma.edu.co*

**Rubén Darío Cortés** | Productor audiovisual.

*Correo electrónico: rubend.cortesc@autonoma.edu.co*

**Catalina Rocha Ruiz** | Maestría en Creatividad e Innovación en las Organizaciones.

*Correo electrónico: crochar@autonoma.edu.co*

**Paula Zuluaga Arango** | Maestría en Administración.

*Correo electrónico: pзулуаgа@аutоnоmа.edu.co*

**Marcela Carvajal** | Maestría en Administración de Negocios.

*Correo electrónico: marcelacarvajal@autonoma.edu.co*

**Gloria Patricia Castrillón** | Doctora en Sociología.

*Correo electrónico: pcastrillon@autonoma.edu.co*

**Óscar Cardona Morales** | Doctor en Ingeniería.

*Correo electrónico: oscar.cardonam@autonoma.edu.co*

■ Grupos de Investigación: **Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial / Empresariado / Diseño y Complejidad / Desarrollo Regional Sostenible / Automática.** ■

---

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

En el marco de la creación de la Unidad de Apropiación Social del Conocimiento de la Universidad Autónoma de Manizales, financiada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Organización de los Estados Iberoamericanos (OEI) se definió la realización de un proyecto Piloto 1, donde se establecieron los siguientes compromisos específicos: realizar el levantamiento de la línea base e indicadores de evaluación de procesos y resultados del piloto, realizar la identificación del contexto, realizar la descripción de los actores, desarrollar los productos de apropiación social del conocimiento, aplicar la batería de indicadores cualitativos para la apropiación social del conocimiento. Estos productos hacen parte de los resultados del proyecto.

Este proyecto fue revisado por el Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Manizales donde se presentó la metodología detallada de la intervención y los protocolos para el trabajo con las comunidades. Se tuvieron en cuenta el consentimiento informado, los requeridos por habeas data, así como los permisos para los productos de apropiación social del conocimiento.

**Público objetivo:** actores de la sociedad civil, particularmente campesinos y productores de plátano.

**Premisa o conocimiento a transferir:** la ley de agroecología para la transición de la agricultura convencional a la producción agroecológica busca aumentar la productividad del suelo, reducir la degradación ambiental y aumentar la resiliencia climática, fomenta la producción y utilización de bioinsumos.

**Estrategia de divulgación científica:** productos audiovisuales.

## Visualización



## Agro + Competitivo - Musáceas

### Título del proyecto:

Creación de la Unidad de Apropiación Social del Conocimiento en la Universidad Autónoma de Manizales. Piloto 1: Agro + Competitivo.

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 12.** Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta la estrategia de ASC:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo.



## Autores

**Olga Lucía Ocampo López** | Doctora en Ingeniería.

*Correo electrónico: olocampo@autonoma.edu.co*

**Lina Victoria Berrío Ríos** | Maestría en Administración de Negocios.

*Correo electrónico: lberrío@autonoma.edu.co*

**Mauricio Grajales** | Ingeniero Agrónomo.

*Correo electrónico: mauricio.grajalesr@autonoma.edu.co*

**Rubén Darío Cortés** | Productor audiovisual.

*Correo electrónico: rubend.cortesc@autonoma.edu.co*

**Catalina Rocha Ruiz** | Maestría en Creatividad e Innovación en las Organizaciones.

*Correo electrónico: crochar@autonoma.edu.co*

**Paula Zuluaga Arango** | Maestría en Administración.

*Correo electrónico: pзулуаgа@аutоnоmа.edu.co*

**Marcela Carvajal** | Maestría en Administración de Negocios.

*Correo electrónico: marcelacarvajal@autonoma.edu.co*

**Gloria Patricia Castrillón** | Doctora en Sociología.

*Correo electrónico: pcastrillon@autonoma.edu.co*

**Óscar Cardona Morales** | Doctor en Ingeniería.

*Correo electrónico: oscar.cardonam@autonoma.edu.co*

■ Grupos de Investigación: **Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial / Empresariado / Diseño y Complejidad / Desarrollo Regional Sostenible / Automática.** ■

---

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

En el marco de la creación de la Unidad de Apropiación Social del Conocimiento de la Universidad Autónoma de Manizales, financiada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Organización de los Estados Iberoamericanos (OEI) se definió la realización de un proyecto Piloto 1, donde se establecieron los siguientes compromisos específicos: realizar el levantamiento de la línea base e indicadores de evaluación de procesos y resultados del piloto, realizar la identificación del contexto, realizar la descripción de los actores, desarrollar los productos de apropiación social del conocimiento, aplicar la batería de indicadores cualitativos para la apropiación social del conocimiento. Estos productos hacen parte de los resultados del proyecto.

Este proyecto fue revisado por el Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Manizales donde se presentó la metodología detallada de la intervención y los protocolos para el trabajo con las comunidades. Se tuvieron en cuenta el consentimiento informado, los requeridos por habeas data, así como los permisos para los productos de apropiación social del conocimiento.

**Público objetivo:** actores de la sociedad civil.

**Grupo poblacional específico:** campesinos y productores de plátano.

**Premisa o conocimiento a transferir:** los Talleres Co-creativos son una metodología desarrollada por la Universidad Autónoma de Manizales durante el proyecto Bio Caldas, en la cual se reúnen expertos temáticos, creativos y público objetivo con el fin de transferir conocimiento científico en un lenguaje comprensible para público no especializado, utilizando diferentes medios creativos para su transmisión. Esta metodología ha evidenciado ser exitosa para la elaboración de productos de Apropiación Social del Conocimiento –ASC, los cuales han sido validados con el público objetivo que son los productores vinculados al proyecto de fortalecimiento del sector Agrícola del municipio de Manizales, quienes, además, los consideran innovadores, pues aprenden de formas más sencillas y amenas para ellos.

**Estrategia de divulgación científica:** productos audiovisuales virtuales.

## Visualización



# Agro + Competitivo - Buenas prácticas agrícolas

## Título del proyecto:

Creación de la Unidad de Apropiación Social del Conocimiento en la Universidad Autónoma de Manizales. Piloto 1: Agro + Competitivo.

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 12.** Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta la estrategia de ASC:** Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo.



## Autores

**Olga Lucía Ocampo López** | Doctora en Ingeniería.

*Correo electrónico: olocampo@autonoma.edu.co*

**Lina Victoria Berrío Ríos** | Maestría en Administración de Negocios.

*Correo electrónico: lberrío@autonoma.edu.co*

**Mauricio Grajales** | Ingeniero Agrónomo.

*Correo electrónico: mauricio.grajalesr@autonoma.edu.co*

**Rubén Darío Cortés** | Productor audiovisual.

*Correo electrónico: rubend.cortesc@autonoma.edu.co*

**Catalina Rocha Ruiz** | Maestría en Creatividad e Innovación en las Organizaciones.

*Correo electrónico: crochar@autonoma.edu.co*

**Paula Zuluaga Arango** | Maestría en Administración.

*Correo electrónico: pzuluaga@autonoma.edu.co*

**Marcela Carvajal** | Maestría en Administración de Negocios.

*Correo electrónico: marcelacarvajal@autonoma.edu.co*

**Gloria Patricia Castrillón** | Doctora en Sociología.

*Correo electrónico: pcastrillon@autonoma.edu.co*

**Óscar Cardona Morales** | Doctor en Ingeniería.

*Correo electrónico: oscar.cardonam@autonoma.edu.co*

**Juan Guillermo Otálvaro** | Ingeniero Agrónomo.

*Correo electrónico: juang.otalvarou@autonoma.edu.co*

■ Grupos de Investigación: **Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial / Empresariado / Diseño y Complejidad / Desarrollo Regional Sostenible / Automática.** ■

## Consideraciones éticas, bioéticas y de integridad científica

En el marco de la Creación de la Unidad de Apropiación Social del Conocimiento de la Universidad Autónoma de Manizales, financiada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Organización de los Estados Iberoamericanos (OEI) se definió la realización de un proyecto Piloto 1, donde se establecieron los siguientes compromisos específicos: Realizar el levantamiento de la línea base e indicadores de evaluación de procesos y resultados del piloto, realizar la identificación del contexto, realizar la descripción de los actores, desarrollar los productos de apropiación social del conocimiento, aplicar la batería de indicadores cualitativos para la apropiación social del conocimiento. Estos productos hacen parte de los resultados del proyecto.

Este proyecto fue revisado por el Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Manizales donde se presentó la metodología detallada de la intervención y los protocolos para el trabajo con las comunidades. Se tuvieron en cuenta el consentimiento informado, los requeridos por habeas data, así como los permisos para los productos de apropiación social del conocimiento.

**Público objetivo:** actores de la sociedad civil; en particular, campesinos y productores de plátano.

**Premisa o conocimiento a transferir:** la agricultura campesina es una actividad que se realiza en pequeñas y medianas parcelas de tierra, y es llevada a cabo por campesinos que han heredado estas tierras de generación en generación. La agricultura campesina es una alternativa a la producción industrializada de alimentos y es clave para la soberanía alimentaria del país.

Los campesinos deben incorporar las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) que son un conjunto de lineamiento y normas que hacen parte del sistema de aseguramiento de calidad e inocuidad en la producción primaria y buscan la prevención de riesgos asociados en la producción de frutas, verduras y otros productos agrícolas. La certificación en BPA la otorga el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

**Estrategia de divulgación científica:** productos audiovisuales virtuales.

## Visualización



# Resúmenes de proyectos de emprendimiento

---

---

---



# Programa Joven Manizaleño Más Emprendedor - Alcaldía de Manizales 2023

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 8.** Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta la estrategia de ASC:** Conocimiento e innovación para la equidad



## Autores

**Kenny Mauricio Gómez** | Magíster en Administración.

Correo electrónico: [kennym.gomez@autonoma.edu.co](mailto:kennym.gomez@autonoma.edu.co)

**Daniel Bedoya Gutiérrez** | Ingeniero de Procesos.

Correo electrónico: [daniel.bedoya@autonoma.edu.co](mailto:daniel.bedoya@autonoma.edu.co)

■ Grupo, unidad o centro: **Unidad de Emprendimiento.** ■

**Palabras clave:** *emprendimiento, innovación, jóvenes, empleabilidad, oportunidades, mentalidad, cultura*

---

## Problema a resolver

Tras el estallido social de 2021 en Colombia, el gobierno y demás instituciones del país acordaron generar estrategias que tuviesen por propósito generar oportunidades para los jóvenes (personas entre 14 y 28 años), siendo crucial la empleabilidad y la productividad a través del emprendimiento y la innovación.

En Manizales, por interés de la Secretaría de Desarrollo Social de la Alcaldía y la Oficina de la Juventud, se crea una alianza con la UAM para el diseño de un programa de formación y entrenamiento en emprendimiento especializado para jóvenes en el contexto de ciudad, siendo necesario el entendimiento de sus necesidades y expectativas a fin de potenciar no sólo sus habilidades, sino sus potencialidades.

## Contexto del proyecto

Entregar herramientas que se traduzcan en oportunidades para los jóvenes de la ciudad de Manizales en materia de productividad por vía del emprendimiento, la innovación y la empleabilidad, en el marco de la reactivación económica posterior a pandemia y el estallido social.

## Impacto

Al aunar esfuerzos para la operación los programas Joven Manizaleño Más Emprendedor y Más Empleo Joven en el marco del programa pacto por los jóvenes del Municipio de Manizales, se logró impactar sobre 380 personas en 5 versiones.

En Colombia apenas el 5% de los nuevos emprendedores acceden a programas de acompañamiento y crecimiento, Manizales requiere jóvenes capaces de definir y articular sus sueños en pro de la competitividad para contribuir a una ciudad que avanza. Desde *Joven manizaleño Más emprendedor* se trabaja para una generación de jóvenes con liderazgo personal y emprendedor, que sigan aprovechando el capital estructural de la ciudad y que, a partir de allí, posibilite el surgimiento de líderes integrales conectados con un mundo lleno de retos y oportunidades, y con un alto sentido de pertenencia y compromiso local.

**Público objetivo:** Jóvenes (entre 14 y 28 años) del Municipio de Manizales.



Figura 1. Joven manizaleño emprendedor

# Formar y crear fuentes de desarrollo económico - gente que inspira - Alcaldía de Manizales 2023

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 4.** Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta la estrategia de ASC:** Conocimiento e innovación para la equidad.



## Autores

**Kenny Mauricio Gómez** | Magíster en Administración.

Correo electrónico: [kennym.gomez@autonoma.edu.co](mailto:kennym.gomez@autonoma.edu.co)

**Daniel Bedoya Gutiérrez** | Ingeniero de Procesos.

Correo electrónico: [daniel.bedoya@autonoma.edu.co](mailto:daniel.bedoya@autonoma.edu.co)

■ Grupo, unidad o centro: **Unidad de Emprendimiento.** ■

**Palabras clave:** equidad, emprendimiento, liderazgo, innovación.

---

## Problema a resolver

En el marco del trabajo de las secretarías de Desarrollo Social y de Mujer y Equidad de Género de la Alcaldía de Manizales, en alianza con la UAM, se crearon condiciones y estrategias con el fin de impactar la sociedad en general a través de un vehículo específico: el emprendimiento; y, de ese modo, contribuir con las herramientas y conceptos contextualizados de las personas, de tal manera que sean pertinentes y efectivas en su propósito de contribuir al desarrollo y consolidación de iniciativas empresariales. Estos son los retos más apremiantes de los ecosistemas de emprendimiento y de las condiciones que propician el desarrollo del tejido empresarial y su impacto en la economía. Un componente primordial de esas condiciones para incentivar el desarrollo empresarial tiene que ver específicamente con el liderazgo, la mentalidad y la cultura que incide en la práctica administrativa y de los emprendimientos, resultando crucial para su visión y su desempeño.

## Contexto del proyecto

La finalidad es contribuir al liderazgo de las personas a partir del autorreconocimiento y la transferencia de conceptos y herramientas que potencien sus habilidades para la vida, y para sus proyectos productivos.

## Impacto

Se logró aunar esfuerzos para formar y crear una fuente de desarrollo económico y social para mujeres y población diversa del Municipio de Manizales.

La población impactada fue:

- Trabajadoras sexuales.
- Víctimas del conflicto.
- Población LGBTIQ+.
- Personas discapacitadas.
- Minorías y/o en estado de vulnerabilidad.
- Número de personas impactadas en total: 33.

Mediante este programa se entregaron herramientas que permitieron escalar desde la esencia del SER, lo que lo hace un proyecto que pretende ampliar las oportunidades de participación social, laboral y económico para la población diversa de la ciudad, incluyendo a trabajadoras sexuales, personas víctimas del conflicto armado, hombres y mujeres en situación de discapacidad, población LGBTIQ+, entre otras múltiples minorías que caben dentro de la diversidad inclusiva.

**Público objetivo:** trabajadoras sexuales; Víctimas del conflicto; Población LGBTIQ+; Personas discapacitadas; Minorías y/o en estado de vulnerabilidad



Figura 1. Gente que inspira

# Fortalecimiento de unidades productivas para mujeres y población diversa - Alcaldía de Manizales 2023

**ODS al cual aporta el proyecto: No. 4.** Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

---

**Nodo de Misión de Sabios por Caldas al que aporta la estrategia de ASC:** Conocimiento e innovación para la equidad.



## Autores

**Kenny Mauricio Gómez** | Magíster en Administración.

Correo electrónico: [kennym.gomez@autonoma.edu.co](mailto:kennym.gomez@autonoma.edu.co)

**Daniel Bedoya Gutiérrez** | Ingeniero de Procesos.

Correo electrónico: [daniel.bedoya@autonoma.edu.co](mailto:daniel.bedoya@autonoma.edu.co)

■ Grupo, unidad o centro: **Unidad de Emprendimiento.** ■

**Palabras clave:** *emprendimiento, innovación, jóvenes, empleabilidad, oportunidades, mentalidad, cultura*

## Problema a resolver

En el contexto competitivo de Manizales en el marco de la reactivación económica, con altas tasas de desempleo (superiores al 12%) y vulnerabilidad económica derivada de la crisis global y la creciente inflación, el impulso a programas de emprendimiento y liderazgo para mujeres en situación de vulnerabilidad enfrenta múltiples retos. Las barreras estructurales, como el acceso limitado a recursos financieros de capital de riesgo, la falta de formación técnica y la carga desproporcionada de trabajo no remunerado que recae sobre las mujeres, limitando su capacidad para participar en la economía formal y generar ingresos sostenibles. A pesar de los esfuerzos locales y nacionales por fomentar la equidad de género, las mujeres de sectores vulnerables continúan siendo las más afectadas por la exclusión social y económica, lo que perpetúa ciclos de pobreza y dependencia que posteriormente agudizan problemáticas sociales más complejas y profundas.

El mejoramiento de la articulación entre el sector público y privado sigue siendo escaso frente a las necesidades para el desarrollo de las personas y organizaciones, lo cual se convierte también en un límite al acceso equitativo de los recursos, lo que subraya la necesidad de diseñar estrategias más coordinadas y adaptadas a las realidades socioeconómicas de Manizales y las poblaciones vulnerables.

## Contexto del proyecto

La finalidad es la implementación de un programa de emprendimiento y liderazgo enfocado en la población vulnerable, a través de un enfoque integral que no sólo ofrezca capacitación técnica, sino que también promueva el acceso a redes de apoyo, financiamiento y mentoría que promuevan sus habilidades de liderazgo.

## Impacto

Se logró aunar esfuerzos que promuevan la ejecución de estrategia para mujeres y población diversa, buscando la autonomía económica consolidación o fortalecimiento de unidades productivas.

La población que fue impactada por este proyecto estuvo definida por cada secretaría según la priorización que estas tengan, para un total de 380 personas impactadas en 3 versiones.

El programa generó capacidades del ser y el hacer a modo de reconstruir el género y no sesgarlo, con el fin de permitir el desarrollo pleno del sujeto, tanto individual como socialmente. Empodera es un proyecto que pretende ampliar las oportunidades de participación social, laboral y económico para las mujeres desde su diversidad, incluyendo a mujeres sexualmente diversas, mujeres en los contextos rurales, mujeres privadas de la libertad, entre otras múltiples posibilidades de ser mujer y en las que se puedan generar formas de inclusión social.

---

**Público objetivo:** Población vulnerable.



Figura 1. Programa empodera

# Resúmenes de proyectos en desarrollo tecnológico, innovación y emprendimiento de base tecnológica

Patentes  
concedidas





EXPERIMENTAL AND  
COMPUTATIONAL  
MECHANICS LABORATORY



Hospital  
Universitario  
de Caldas



Endo Col

# AirFlife

## Sistema de ventilación

El CPAP – AirFlife es un sistema diseñado para aplicar tratamiento de presión positiva continua en las vías respiratorias de los pacientes que presenten patologías respiratorias leves y moderadas. Disminuye la posibilidad de llegar a fallas respiratorias graves, permite mejorar el nivel de oxígeno y aporta en la disminución de la mortalidad del paciente crítico por insuficiencia respiratoria severa.

### Beneficios

- El costo de AirFlife es menor, comparado con los sistemas de ventilación mecánica tradicionales.
- Es un sistema portátil, el cual permite que se pueda trasladar en ambulancias y tener en cualquier nivel de atención y en todos los servicios hospitalarios.
- Se puede llevar a zonas rurales y ser manipulado por el personal auxiliar en salud, no requiere de formación especializada.

### Mercado o sector

- Sector de insumos médicos y hospitalarios

### El problema que resuelve

- Los pacientes que presentan afecciones respiratorias pueden llegar a un estado severo, incluyendo el colapso alveolar llevando incluso a su muerte.
- Un tratamiento a tiempo disminuye la posibilidad de falla respiratoria, evitando entrar a cuidados intensivos y requerir tratamientos más invasivos.

### Propiedad intelectual

- AirFlife tiene Registro de Marca SD 2020-0108566 de 2021 y patente de invención que se obtuvo en 2020 por 20 años con el registro No. 30056 por la Superintendencia de Industria y Comercio.
- Recibió por parte del INVIMA el aval para la producción y comercialización mediante el registro sanitario No. 2021058033 emitido el 23 de diciembre de 2021



Primer sistema de ventilación no Invasivo con registro INVIMA en Colombia

## ¿Cuál fue la motivación para desarrollarla?

Desde abril de 2020 se viene trabajando en la vigilancia tecnológica de las estrategias en salud para ayudar a mitigar los efectos del virus SARS-CoV-2. Al prever que la ventilación mecánica invasiva no sería de ayuda para la pandemia, se exploran estas terapias que son y serán de gran soporte para múltiples afecciones respiratorias.

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

Se propone un sistema de fácil implementación, bajo costo, que no requiere personal especializado, ya que también puede ser usado en pacientes con asma, neumonía o EPOC, descongestionando los espacios en cuidados intensivos y los tiempos hospitalarios.

## Estado de desarrollo

Sistema probado con éxito en un entorno real - **TRL9**

### ¿Qué se busca?

- Empresas interesadas en la comercialización de insumos médicos en especial sistemas de ventilación.
- Empresas interesadas en el licenciamiento de esta tecnología.

### Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP TRIUAM**

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

### Equipo UAM de la tecnología

· Héctor Andrés Tinoco Navarro  
Doctor - Investigador  
Diseño mecánico y Desarrollo Industrial  
[htinoco@autonoma.edu.co](mailto:htinoco@autonoma.edu.co)

· Luis Perdomo Hurtado  
Magíster – Investigador  
Diseño mecánico y Desarrollo Industrial

· Dairon José Marulanda  
Magíster



# Kit modular para la práctica de Boccia

La Boccia es un deporte que integra deportistas que presentan diferentes grados de afectación motriz. En este juego se lanzan diferentes bolas o bochas, de color rojo y azul, con el objetivo de acercarlas a la bocha blanca o diana para sumar puntos. Este deporte exige precisión y uso de estrategias por parte del jugador, quien, de acuerdo con su grado de movilidad, puede realizar los lanzamientos con sus brazos o requerir el acompañamiento de un auxiliar y el uso de implementos como rampas y apuntadores, específicamente en la categoría BC3.

## Beneficios

- Costo moderado en comparación con los elementos importados.
- Diseño ergonómico tanto para el jugador como para el auxiliar de juego.
- Aseguramiento de la eficacia y precisión en el juego.
- Único sistema que incorpora todos los elementos asistenciales

## Mercado o sector

- Deportistas y familias de deportistas que practican Boccia.
- Ligas de Boccia.
- Distribuidores de elementos técnicos asistenciales deportivos

## Qué incluye

- Canaleta.
- Silla Empaque.
- Pintadosos.
- Porta Bochas.
- Probador de Diámetro.
- Probador de Rodadura.

## El problema que resuelve

- Las ayudas técnicas actualmente ofertadas en el país son de alto costo lo cual dificulta la adquisición de dichos implementos y se opta por una fabricación artesanal, obviando criterios importantes de ergonomía y eficacia o no siendo permitidos en competencias.

## Propiedad intelectual

- Otorgamiento de patente de invención mediante la Resolución No. 942 del 21 de enero de 2020 con una vigencia de 20 años.



## ¿Cuál fue la motivación para desarrollarla?

En Colombia no existe a la fecha, una compañía que fabrique canaletas y accesorios para la práctica de Boccia, que estén bajo norma BISFed y que consideren la ergonomía del auxiliar. Adicionalmente, no hay en el mercado un sistema que incluya todos los elementos de juego, ya que estos se venden por separado, lo que implica un almacenamiento individual, dificultando su transporte.

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

Facilidad de transporte, de armado y desarmado, rápida reconfiguración, menor peso, precisión y velocidad de rodadura en la rampa, y costo competitivo. Se asegura la ergonomía para minimizar riesgos laborales en el auxiliar de juego, sin comprometer la precisión en el juego y por consiguiente el rendimiento del deportista.

## Estado de desarrollo

Pruebas en entorno real con maquetas funcionales - **TRL7**

---

### ¿Qué se busca?

- Construcción del prototipo.
- Validación del sistema en competencias locales y nacionales.
- Desarrollo de la marca.
- Diseño y desarrollo de la estrategia de comercialización

### Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP TRIUAM**

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

### Equipo UAM de la tecnología

- Andrea Gómez Álzate - Magíster Investigadora -Diseño y Complejidad Diseño mecánico y Desarrollo Industrial [agomez@autonoma.edu.co](mailto:agomez@autonoma.edu.co)
- Yenny Marcela Orozco Ocampo Doctor -Investigadora Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial
- Julialba Castellanos Ruíz – Magíster Investigadora - Cuerpo Movimiento
- Juan Pablo Ángel López – Magíster Investigador Automática



# Sistema de recolección de frutos cítricos CITRIGO

El dispositivo para la recolección de cítricos se conforma de un arnés con sistemas graduables para la adaptación antropométrica, mecanismos de anclaje para el apoyo de los elementos de contención de producto y dos bolsas de recolección de hasta 20 Kg. (Se establece un rango máximo de 12,5 kg por bolsa, pero se usa hasta 20 Kg, como factor de seguridad). Dicho dispositivo posee las características técnicas estructurales que permiten una mayor eficiencia en la recolección y protección de los frutos, desde lo productivo hasta lo ergonómico considerando elementos de seguridad y salud en el trabajo.

## Beneficios

- Control balanceado de carga.
- Facilita la recolección en superficies de pendiente de + 30°.
- Manos libres en el proceso de transporte.
- Seguridad y productividad.
- Cumplimiento normativo.
- Diseño especializado para el SST.
- Diseño especializado para la recolección y protección de cítricos.

## El problema que resuelve

- Las alteraciones posturales tienen graves implicaciones, especialmente en actividades que demandan posturas repetitivas y esfuerzos físicos, como la recolección de frutos cítricos. La relación entre la postura y los problemas de espalda en trabajadores agrícolas no solo afecta su calidad de vida, sino que también representa una carga significativa para los sistemas de salud.

## Mercado o sector

- Fincas de cultivo de frutos cítricos.
- Operarios en la recolección de frutos cítricos.
- Empresas productoras de elementos de seguridad.

## Propiedad intelectual

- Otorgamiento de patente de invención mediante la Resolución No. 15892 del 17 de octubre de 2017 con una vigencia de 20 años.

## Qué incluye

- El dispositivo está conformado por un cinturón y un arnés con apoyo dorsal y otro pectoral, que le permite a los recolectores apoyarse o asegurarse al tronco de un árbol.
- También cuenta con dos bolsas que tienen capacidad de cargar 12 kilos, para que el agricultor utilice las dos manos y se puedan vaciar las naranjas sin necesidad de soltar las bolsas del arnés.

## ¿Cuál fue la motivación para desarrollarla?

Las dificultades que se presentan en la agricultura colombiana para la integración de nuevas tecnologías en la recolección que, en la mayoría de los casos, se realiza de forma manual y con elementos rudimentarios elaborados, casi siempre, de manera artesanal por los propios recolectores, ocasiona problemas ergonómicos y de productividad, que adicionalmente se ven complejizados por la inclinación del terreno, la altura de los árboles y el desplazamiento a través del terreno hasta los puntos de acopio.

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

Renovar el proceso de recolección de frutos a través de la integración de un mecanismo que permiten una mejora del método de recolección, principalmente de cítricos, a la vez que se reduce el riesgo ergonómico y de seguridad asociado a la labor.

## Estado de desarrollo

Validación del prototipo en un entorno relevante - **TRL5**

### ¿Qué se busca?

- Construcción del prototipo.
- Desarrollo de la marca
- Diseño de la estrategia de comercialización.

### Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP TRIUAM**

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

### Equipo UAM de la tecnología

- Álex Mauricio Ovalle Castiblanco  
Doctor Investigador  
Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial-  
[movalle@autonoma.edu.co](mailto:movalle@autonoma.edu.co)
- Héctor Andrés Tinoco Navarro  
Doctor Investigador  
Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial
- Nelson Javier Espejo Mojica  
Magíster Investigador  
Diseño y Complejidad
- Diego Fernando Barajas Sepúlveda Magíster Investigador  
Diseño y Complejidad
- Olga Lucía Ocampo López  
Doctora Investigadora



# Generador de energía con fuentes renovables

Es un sistema que permite aprovechar la energía de los movimientos que se presentan en el entorno en el día a día, y que son movimientos que no son aprovechados por los sistemas de energías renovables que actualmente existen, como por ejemplo de turbinas eólicas implementadas en diferentes lugares del mundo, pero que trabajan con vientos de alta velocidad y que desde el punto de vista técnico y económico no es viable su instalación (porque no aprovechan vientos de baja velocidad).

## Beneficios

- Actualmente los paneles solares más eficientes son costosos, lo que limita la adaptación de esta tecnología.
- Sin embargo, este hecho brinda una oportunidad de diseñar sistemas de energía renovable alternativos y eficientes.

## El problema que resuelve

- Este desarrollo genera alternativas para la mitigación del cambio climático a través de la generación de energía de forma no convencional.
- El dispositivo está diseñado con una tecnología que permite capturar energía a través de materiales piezoeléctricos y transductores inductivos (fácil de adquirir en el mercado y a bajo costo). La energía capturada es transmitida por las vibraciones generadas por el viento, la lluvia y movimiento de árboles.

## Mercado o sector

- Sector energético.

## Propiedad intelectual

- Otorgamiento de patente de invención mediante la Resolución No. 42509 del 18 de septiembre de 2018 con una vigencia de 20 años.

## ¿Cuál fue la motivación para desarrollarla?

Actualmente, los paneles solares son poco asequibles por la población en general. Sin embargo, este hecho brinda una oportunidad de diseñar sistemas de energía renovable alternativos y eficientes.

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

Otra posibilidad de este invento que lo hace innovador es la conexión estructural con los árboles que, a través de sus micro movimientos, permitirían la generación de energía. La idea fue inspirada en la Guadua, ya que es una planta que tienen una dinámica estructural interesante para este propósito.

## Estado de desarrollo

Pruebas en laboratorio - **TRL4**

.....

### ¿Qué se busca?

- Construcción del prototipo
- Desarrollo de la marca
- Estrategia de comercialización

### Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP  
TRIUAM**

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y  
Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

### Equipo UAM de la tecnología

- Héctor Andrés Tinoco Navarro  
Doctor - Investigador  
Diseño mecánico y Desarrollo Industrial  
[htinoco@autonoma.edu.co](mailto:htinoco@autonoma.edu.co)



# Prótesis para amputación transtibial con materiales compuestos por fibras naturales

La fabricación de prótesis, especialmente aquellas destinadas a deportistas de alto rendimiento, se ha basado tradicionalmente en materiales compuestos de fibra de carbono y resina. Estos materiales, aunque ofrecen una excelente relación resistencia-peso, son de origen sintético y suelen tener un costo elevado. Sin embargo, un equipo de investigadores de la Universidad Autónoma de Manizales ha propuesto una alternativa innovadora, reemplazar estas fibras sintéticas por fibra de guadua; aprovechando sus propiedades mecánicas excepcionales en busca de ampliar el acceso a prótesis de alta calidad.

## Beneficios

- Mayor comodidad, naturalidad en los movimientos, junto a una mejor absorción de vibraciones por impacto.
- Al reemplazar las fibras sintéticas comúnmente utilizadas, como el carbono y el vidrio, por este material natural, se abre un abanico de posibilidades para desarrollar prótesis más personalizadas, ligeras y duraderas.

## El problema que resuelve

- La escasa accesibilidad a prótesis dinámicas de pie para personas con limitación en la movilidad por amputación transtibial que favorezca su proceso de rehabilitación funcional.

## Mercado o sector

- Sector salud.
- Personas amputadas y sus familias.
- Empresas dedicadas a realizar prótesis.

## Propiedad intelectual

- Otorgamiento de patente de modelo de utilidad mediante la Resolución No. 46300 del 10 de agosto de 2020 con una vigencia de 10 años.

## ¿Cuál fue la motivación para desarrollarla?

Se busca mejorar la calidad de vida de las personas con este diseño. Por tal motivo, se pretende aprovechar las propiedades de los materiales compuestos y las bondades de la fibra de guadua que es un material muy resistente y liviano por tener una estructura hueca.

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

Contribución al mejoramiento de la calidad de vida de las personas con amputación. Posibilidad de inclusión en diversos ámbitos como, por ejemplo, en el mercado laboral. Desarrollo de la cadena productiva de la Guadua.

## Estado de desarrollo

Pruebas en laboratorio - **TRL4**

### ¿Qué se busca?

- Construcción del prototipo
- Desarrollo de marca (videos, catálogos manuales)
- Estrategia de comercialización de acuerdo con decisión de la UAM con respecto a la patente

### Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP TRIUAM**

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

### Equipo UAM de la tecnología

- Lina Rocío Osorio Serna - Doctor Investigador Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial [linaosorio@autonoma.edu.co](mailto:linaosorio@autonoma.edu.co)
- Eduardo Trujillo de los Ríos - Doctor - Investigador Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial
- Juan Pablo Ángel - Magíster - Investigador Automática
- Andrea Gómez Álzate - Magíster - Investigador Diseño y Complejidad
- Francy Nelly Jiménez - Doctor - Investigador Física y Matemáticas
- Laura Rocío Giraldo Torres - Doctor - Investigador Automática
- Julia Alba Castellanos - Magíster - Investigador Cuerpo Movimiento
- Carmen Liliana Ávila - Magíster - Investigador Cuerpo Movimiento
- Sebastián Durango - Doctor - Investigador Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial
- Héctor Andrés Tinoco Navarro - Doctor Investigador - Diseño Mecánico y Desarrollo



# Termoformadora Dual

Dispositivo para deformación permanente de materiales poliméricos, por medio de su preparación en una unidad de calentamiento que permite el alistamiento de dos materiales de manera simultánea. Consta también, de dos módulos que permiten realizar procesos de termoformado mecánico y termoformado al vacío de manera independiente.

## Beneficios

- Realizar procesos simultáneos de termoformado mecánico y al vacío.
- Puede ser ampliamente utilizado en espacios académicos
- Los tamaños de materia prima a utilizar permiten la reutilización de plástico reciclado para obtener nuevos productos, contribuyendo a la conservación del medio ambiente.
- Los equipos que están actualmente en el mercado pueden alcanzar grandes dimensiones y permiten realizar un solo proceso de transformación de materiales.

## Mercado o sector

- Sector artesanal
- Sector académico
- Sector industrial (pequeño y mediano)
- Emprendedores

## Qué incluye

- Módulo para termoformado al vacío
- Módulo para termoformado mecánico
- Módulo de calentamiento

## El problema que resuelve

- Los equipos que se encuentran en el mercado están configurados para la aplicación de una técnica específica de termoformado a la vez. Esto hace que no se encuentren sistemas de termoformado que puedan ser asequibles para emprendedores o microempresas, y que no se encuentren ofertas para uso en el ámbito académico e investigativo.

## Propiedad intelectual

- Otorgamiento de patente de invención mediante la Resolución No 1858 del 27 de enero 2020 con una vigencia de 20 años.

## ¿Cuál fue la motivación para desarrollarla?

La necesidad existente de desarrollar un equipo para operaciones combinadas de termoformado al vacío y mecánico que cumpla con criterios de usabilidad (ergonomía, antropometría, facilidad de uso, y seguridad) en la producción bajo pedido y con costos competitivos.

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

Proceso de termoformado dual que posee la característica de que las unidades de calentamiento, termoformado mecánico y al vacío pueden ser desacopladas y organizadas de acuerdo con la necesidad del usuario. Además, permite utilizar plástico reciclado.

## Estado de desarrollo

Pruebas en entorno real - **TRL4**



### ¿Qué se busca?

- Construcción del prototipo
- Desarrollo de la marca
- Estrategia de comercialización de la patente

### Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP TRIUAM**

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

### Equipo UAM de la tecnología

· Yenny Marcela Orozco Ocampo  
Doctor - Investigador  
Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial  
[yorozco@autonoma.edu.co](mailto:yorozco@autonoma.edu.co)

· Andrea Gómez Alzate  
Magíster – Investigadora  
Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial  
Diseño y Complejidad



# Prototipos en fase de patentamiento



# SAM - Sistema de alimentación para mascotas

El sistema tiene como característica brindar de manera controlada alimento sólido y líquido a una mascota, en el caso de los caninos para aquellas especies cuyo peso máximo está en 20 kg, peso que acoge especies caninas mini pequeñas y medianas; en el caso de los felinos para todo el espectro de especies, abarcando hasta las razas más grandes y de mayor peso.

## Beneficios

- Ajuste de raciones en el caso de tener varias mascotas, cada una con su espacio de alimentación.
- Monitoreo remoto
- Posibilidad de combinar clases de alimentos.

## Mercado o sector

- Dueños de mascotas.
- Tiendas de elementos para mascotas.
- Clínicas veterinarias.
- Guarderías para mascotas.

## El problema que resuelve

- SAM busca dar una solución a los dueños de mascotas que deben dejarlos por períodos de tiempo prolongados y se preocupan por su nutrición.

## ¿Qué se busca?

- Fabricación de molduras para operaciones de inyección o soplado.
- Desarrollo y fabricación de prototipos.
- Desarrollo sistemas embebidos.
- Desarrollo de instrumentación electrónica.
- Captura de video.
- Computación en la nube.
- Maquinado de piezas.
- Desarrollo de la marca.
- Estrategia de comercialización.

## ¿Cuál fue la motivación para desarrollarla?

Disminuir la dependencia y desatención que reciben las mascotas por falta de un sistema de dispensado que controle de manera simultánea, dosificando tanto sólidos como líquidos, manteniendo las condiciones de frescura en los sólido y filtrado de los líquidos.

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

El presentar esta intervención proyectual desde lo alimenticio está en la oportunidad de brindar una serie de posibilidades que benefician tanto a las mascotas como a sus dueños, permitiendo la adaptación a varias mascotas al mismo tiempo y la generación de hábitos saludables por medio de la dosificación.

## Estado de desarrollo

Pruebas en laboratorio  
Patente en trámite ante la SIC- **TRL4**

### Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP  
TRIUM**

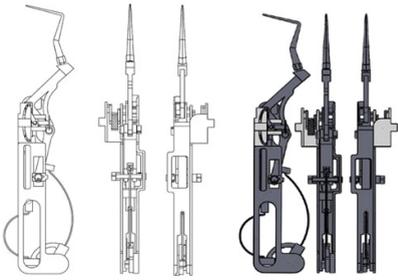
[trium@autonoma.edu.co](mailto:trium@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y  
Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

### Equipo UAM de la tecnología

- Jorge Iván Gómez Angarita  
Magíster – Investigador  
Diseño y Complejidad  
[jigomez@autonoma.edu.co](mailto:jigomez@autonoma.edu.co)
- Nelson Javier Espejo Mojica  
Magíster – Investigador  
Diseño y Complejidad
- Carlos Alberto Cortes Aguirre  
Magíster – Investigador Automática
- Rubén Darío Flórez Hurtado  
Magíster – Investigador Automática



# Sonda Periodontal Electromecánica

El sistema de la sonda periodontal electromecánica es un dispositivo para medir la profundidad gingival alrededor del diente, planteado como un diseño de bajo costo con la ventaja de ser construido con elementos mecánicos impresos; lo cual ofrece una solución de bajo para satisfacer demanda.

## Beneficios

- Menor costo que otros similares en el mercado nacional e internacional
- Mejor acceso a productos de alta tecnología en los ambientes médicos odontológicos

## El problema que resuelve

- La utilización de sondas periodontales convencionales para el diagnóstico no es una práctica rutinaria en la odontología general colombiana. Esta situación puede ocasionar diagnósticos erróneos y comprometer el éxito a largo plazo de los tratamientos

## Mercado o sector

- Comunidad odontológica general y especializada.
- Casas dentales
- Empresas de desarrollo tecnológico en odontología
- Centros de enseñanza odontológicos

## Propiedad intelectual

- Solicitud de patentamiento ante la Super Intendencia de Industria y Comercio SIC

## ¿Cuál fue la motivación para desarrollarla?

La evaluación de la profundidad de las bolsas periodontales y de la pérdida del nivel clínico de inserción parece acercarse a los métodos más efectivos para los clínicos porque permiten medir la pérdida de tejidos y el avance de la enfermedad. Adicionalmente, la presencia de hemorragia al sondaje permite estimar la presencia de un proceso inflamatorio y la respuesta de los tejidos periodontales ante la terapéutica aplicada. Estos procesos diagnósticos se logran a través del sondaje periodontal. (Garnick &

Silverstein, 2000). La identificación correcta y la evaluación de las bolsas periodontales es un procedimiento importante para el diagnóstico de la periodontitis. Adicionalmente, los cambios en la medida de la bolsa determinan la progresión, la severidad de la enfermedad y resultados terapéuticos (Hefti, 1997).

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

El desarrollo de esta nueva tecnología en el contexto nacional y local permite llevar de la mano la evolución del examen clínico periodontal con los avances en diferentes medios informáticos de tal manera que se agiliza este proceso y brinda la seguridad de almacenar los resultados de la evaluación periodontal de manera confiable y segura a través de un software especializado.

## Estado de desarrollo

Pruebas en entorno real con maquetas funcionales - **TRL7**

### ¿Qué se busca?

- Construcción del prototipo.
- Desarrollo de la marca.
- Estrategia de comercialización.

### Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP  
TRIUAM**

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y  
Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

### Equipo UAM de la tecnología

- Héctor Andrés Tinoco Navarro  
Doctor - Investigador  
Diseño mecánico y Desarrollo Industrial  
[htinoco@autonoma.edu.co](mailto:htinoco@autonoma.edu.co)
- Dairon José Marulanda Hurtado  
Magíster
- Mateo Hurtado Hernández  
Magíster – Investigador Automática
- Paula Tatiana Chacón Arboleda  
Magíster-Investigador INSAO
- Oscar Hernán Zuluaga López  
Especialización Clínica- Investigador  
INSAO
- Diego Fernando Barajas  
Magíster – Investigador  
Diseño y Complejidad

## Equipo de ventilación mecánica para terapia intensiva

Equipo de ventilación mecánica para terapia intensiva basado en mecanismos modulares que garantiza el abastecimiento mediante una línea de producción a bajo costo y de alto nivel de confiabilidad para el tratamiento de Covid-19

### Beneficios

Se han realizado actualizaciones sobre:

- La fisiología básica de la mecánica respiratoria.
- Los principios de funcionamiento.
- Los principales entornos ventilatorios.
- Las posibles complicaciones de la ventilación mecánica.

### El problema que resuelve

- Actualmente, el país no cuenta con una fabricación propia de ventiladores; sin embargo, en diferentes regiones de Colombia existen desarrollos con un bajo nivel de madurez tecnológica.

### Mercado o sector

- EPS
- IPS
- Hogares de adultos mayores
- Servicios de ambulancias
- Hospitales

### Propiedad intelectual

- Otorgamiento de patente de invención No. NC2021/0000438 del 18 de enero de 2021 con una vigencia de 20 años.

### ¿Qué incluye?

- Sistema electroneumático.
- Pantalla HMI 7 – puede ser actualizada e incrementada.
- Sistema de presión ext. Análogo.
- Válvula de alivio.
- Válvula de exhalación.
- PEEP controlada electrónicamente.
- UPS (energía para 4 horas).
- Alarmas.
- Modos ventilatorios.

## ¿Cuál fue la motivación para desarrollarla?

La ventilación mecánica es la técnica de soporte vital a corto plazo más utilizada en todo el mundo y se aplica a diario para un espectro diverso de indicaciones, desde procedimientos quirúrgicos programados hasta insuficiencia orgánica aguda. Caldas es un departamento con alto indicador de población mayor de 70 años donde la mayoría de los municipios no cuentan con ventiladores y la capacidad instalada para el departamento es de 136 UCI, de acuerdo con el REPS y con las proyecciones realizadas por INS el departamento de Caldas se requieren por lo menos 600 ventiladores para anticiparse al riesgo de mortalidad de los pacientes

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

Validación técnica: FR, Flujo, Oxígeno, Conexiones Eléctricas, entre otras.

Validación en seres vivos: dos cerdos ventilados, 8 Horas de ventilación, Aplicación de protocolos.

## Estado de desarrollo

Pruebas en entorno real con maquetas funcionales - **TRL7**

### ¿Qué se busca?

- Fabricación 10-15 prototipos
- Pruebas en laboratorios certificados fuera del país.

### Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP TRIUAM**

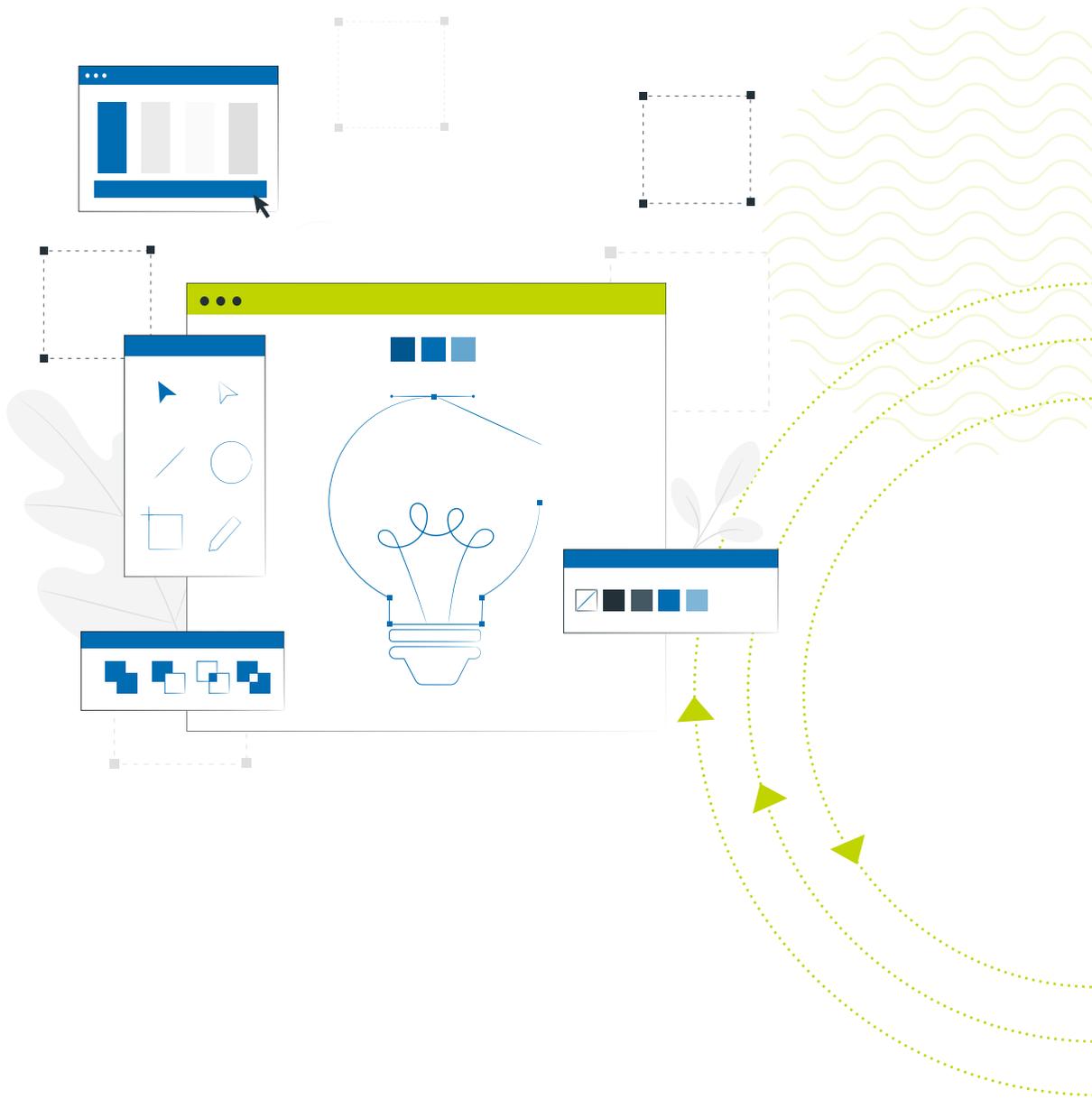
[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento**

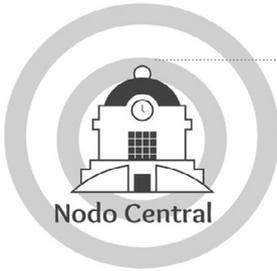
[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

### Equipo UAM de la tecnología

- Héctor Andrés Tinoco Navarro  
Doctor - Investigador  
Diseño mecánico y Desarrollo Industrial  
[htinoco@autonoma.edu.co](mailto:htinoco@autonoma.edu.co)
- Luis Perdomo Hurtado  
Magíster – Investigador  
Diseño mecánico y Desarrollo Industrial
- Dairon José Marulanda  
Magíster
- Mateo Hurtado Hernández  
Magíster – Investigador  
Automática



# Prototipos en desarrollo



# Red de Teleasistencia para el seguimiento a los adultos mayores

**La red de Teleasistencia está conformada por tres nodos:** central, hospital y domicilio. Estos nodos están diseñados para realizar el registro de señales biológicas y señales del entorno del adulto mayor con deterioro cognitivo. Dichos dispositivos pueden configurarse para realizar el monitoreo de signos vitales de forma domiciliaria como es el caso del servicio ofrecido por las IPS de enfermería en casa. La red de Teleasistencia soporta el sistema de tamización en deterioro cognitivo. Este sistema consta de una batería de pruebas neuropsicológicas, que permiten valorar la condición de cada persona.

## Beneficios

- Tecnología desarrollada a nivel local, no requiere importación y se adapta a las necesidades de la región.
- No existe tecnología similar desarrollada en Colombia.

## El problema que resuelve

- Monitoreo domiciliario de signos vitales para hospitalización en casa, ambulancias, paramédicos y sitios de concentración masiva de personas.
- Monitoreo de signos vitales y variables del entorno para sujetos con Deterioro cognitivo

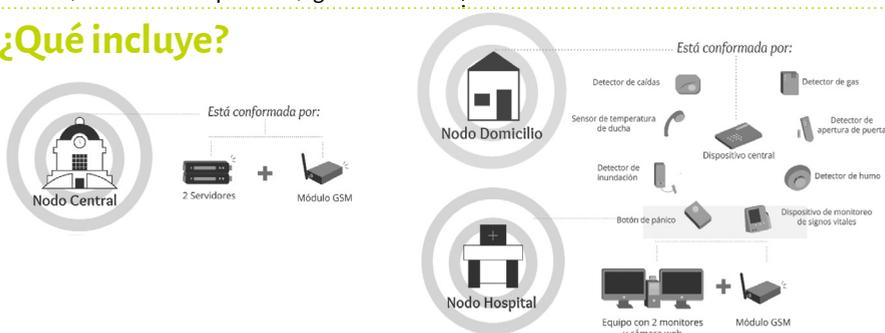
## Mercado o sector

- EPS, IPS, Hogares de adultos mayores, servicios de ambulancias, lugares de recepción masiva de personas como centros comerciales, escenarios deportivos, iglesias.

## Propiedad intelectual

- Registros software de la historia clínica, software de enlace.

## ¿Qué incluye?



## ¿Cuál fue la motivación para desarrollarla?

Esta tecnología se diseñó pensando en la atención a adultos mayores con deterioro cognitivo, permitiendo el monitoreo tanto de sus signos vitales como de las variables del entorno y que además proporcionará una herramienta integral que pudiera ser utilizada por EPS, IPS, hogares de adultos mayores, servicios de ambulancias y lugares con gran afluencia de personas, contribuyendo así a mejorar la atención y cuidado de poblaciones vulnerables.

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

Implementación de servicio de monitoreo de signos vitales domiciliario. Servicio de medición de signos vitales en lugares de aglomeración. Medición de signos vitales en servicios de ambulancias y paramédicos. Monitoreo de signos vitales y variables ambientales para el hogar seguro del adulto mayor con Deterioro Cognitivo. Tamización de Deterioro Cognitivo

## Estado de desarrollo

Pruebas en entorno real con maquetas funcionales - **TRL7**

### ¿Qué se busca?

- Inversión para atender las posibilidades de negocio que se centran en una población que cada vez representa una proporción mayor en la pirámide poblacional. Es necesario invertir en el acercamiento con mercados que se verían potencialmente beneficiados como EPS, IPS, hospitales, de momento el acercamiento con estas entidades ha sido en el marco de la investigación.

### Equipo UAM de la tecnología

- Santiago Murillo Rendón – Doctor Investigador – Ingeniería de Software [smurillo@autonoma.edu.co](mailto:smurillo@autonoma.edu.co)
- Carolina Márquez Narváez – Magíster Investigadora -Ingeniería de Software

### Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP TRIUAM**

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)



# Spin-off en fase de implementación

Vissuam es un emprendimiento que se apasiona y compromete con el desarrollo y la aplicación de la visión artificial para ponerla al servicio de la humanidad. La iniciativa se encuentra vinculada al grupo de investigación Automática de la UAM.

## Beneficios

- Obtención de información de valor a partir de cámaras de vigilancia para agilizar tareas y procesos.
- Reducción en la valoración de pacientes y gestos deportivos en el sector salud.
- Aumento de la velocidad y precisión en los procesos de inspección de calidad durante la fabricación de productos.

## Soluciones que ofrece

- Vissuam basa sus líneas de negocio en sistemas de visión artificial aplicados a:
- Sistema de evaluación, valoración y seguimiento a pacientes.
- Gestión de personas, espacios y recursos al interior de las empresas.
- Monitoreo de movilidad urbana y rural.
- Inspección de calidad de producto

## Mercado o sector que puede contratar los servicios

1. Empresas de manufactura.
2. Empresas de servicios.
3. Empresas sector construcción.
4. Gestoras de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
5. IPS y consultorios relacionados con la rehabilitación de pacientes en los que la postura y el movimiento son esenciales
6. Centros deportivos para el entrenamiento y desempeño deportivo.
7. Entidades territoriales y empresas privadas que requieren monitoreo de movilidad urbana y rural.

## Motivación para la creación de la Spin-off

El aumento significativo en el desarrollo de sistemas de visión artificial a nivel mundial permite viabilizar la implementación de aplicaciones que analicen información captada por cámaras y sensores remotos. A raíz de esto, se ha venido trabajando en el desarrollo de algoritmos de visión artificial con los cuales ha aumentado el nivel de precisión en detección de objetivos de interés en videos e imágenes.

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

Potenciar la competitividad de las empresas, mediante la integración de tecnologías de Visión Artificial que posibilitan:

- Para el sector salud: agilizar los procesos de evaluación, valoración y seguimiento de pacientes con dificultades motoras durante la ejecución de movimientos.
- En el sector industrial y de servicios: mantener entornos y dinámicas de trabajo más seguras, productivas y cargadas de información para la mejora y la innovación.
- En el sector gobierno: optimizar el procesamiento y uso de información recolectada por cámaras de vigilancia para la elaboración de obras públicas y toma de decisiones.

## ¿Qué se busca?

- Inversionistas y aliados estratégicos para invertir en infraestructura de almacenamiento y procesamiento de datos en la nube.
- Vinculación de personal para desarrollo y ventas que nos permita llevar un producto en el sector salud a un TRL 8-9 con una meta de 2000 usuarios para el primer año de operación.

## Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP  
TRIUAM**

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y  
Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

## Equipo de la Spin off

· Oscar Cardona Morales – Doctor Investigador – Automática  
[oscar.cardonam@autonoma.edu.co](mailto:oscar.cardonam@autonoma.edu.co)

· Mario Alejandro Bravo – Estudiante de doctorado, Investigador – Automática

· Sergio Alejandro Holguín – Estudiante de Maestría, Investigador – Automática

Nano Tech UAM es una iniciativa dedicada al aprovechamiento de residuos agrícolas como el pergamino de café y la cascarilla del arroz para generar filtros de aguas residuales del sector alimenticio.

## Beneficios

- Garantizar el cumplimiento de las regulaciones ambientales cada vez más exigentes en el sector alimentario, protegiendo los recursos hídricos y la salud pública.

## Soluciones que ofrece

- Ofrece la posibilidad a los clientes de utilizar filtros para la reducción de la contaminación orgánica del agua, de sus procesos productivos de una forma fácil y económica, comparada con los procedimientos tradicionales.

## Mercado o sector que puede contratar los servicios

- Sector de alimentos

## Motivación para la creación de la Spin-off

Promover la valorización de residuos agrícolas, transformándolos en productos de alto valor agregado y cerrando el ciclo de vida de los recursos.

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

Ofrecer filtros de alta eficiencia para la reducción de la contaminación orgánica en el agua, fabricados a partir de residuos agrícolas, lo que minimiza el impacto ambiental y reduce los costos operativos para las empresas del sector alimentario.

## ¿Qué se busca?

- Empresas interesadas en utilizar estos productos para lograr el MVP (producto mínimo viable).

## Contacto

### **Centro de Innovación y Productividad - CIP TRIUAM**

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

### **Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

## Equipo de la Spin off

- César Leandro Londoño Calderón – Doctor Investigador – Física y Matemáticas [cesarl.londonoc@autonoma.edu.co](mailto:cesarl.londonoc@autonoma.edu.co)
- Diana Yomali Ospina López - Doctora Investigadora – Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial
- Francy Nelly Jiménez García - Doctora Investigadora – Física y Matemáticas
- Oscar Moscoso Londoño - Doctor Investigador – Física y Matemáticas
- Otros investigadores: Dariana Geraldine Erazo Rondón y David Felipe Ordoñez Obando.

Cognitivital es un emprendimiento emergente dedicado a mejorar la calidad de vida de las personas mayores mediante soluciones tecnológicas que estimulan tanto las capacidades cognitivas como físicas. A través de la gamificación y la realidad virtual, ofrece actividades terapéuticas validadas por profesionales de la salud.

## Beneficios

- Mejora de la calidad de vida
- Promoción del envejecimiento activo
- Mantenimiento de la autonomía y prevención del deterioro cognitivo

## Soluciones que ofrece

- Cognitivital proporciona una plataforma que integra ejercicios cognitivos, actividades gamificadas y programas de realidad virtual para mejorar la salud mental y física de los adultos mayores.

## Mercado o sector que puede contratar los servicios

- Centros de día y geriátricos.
- Instituciones de salud y rehabilitación.
- Organizaciones gubernamentales relacionadas con el bienestar de los adultos mayores.
- Familias preocupadas por el bienestar de sus seres queridos.
- Técnicos asistenciales, deportivos.
- Adultos mayores.

## Motivación para la creación de la Spin-off

Cognitival nace con el objetivo de ofrecer soluciones innovadoras que aborden la creciente necesidad de mantener la salud física y cognitiva de los adultos mayores, ayudándolos a prolongar su autonomía e independencia, así como mejorar su calidad de vida.

## ¿Cuál es la propuesta de valor?

Actividades gamificadas validadas por fisioterapeutas y neuropsicólogos, centradas en la estimulación física y cognitiva de los adultos mayores, asegurando la efectividad y el mantenimiento de su autonomía e independencia.

---

### ¿Qué se busca?

- Expandir su alcance.
- Colaborar con instituciones y promover un envejecimiento saludable y activo en los adultos mayores.

---

### Contacto

**Centro de Innovación y Productividad - CIP  
TRIUAM**

[triuam@autonoma.edu.co](mailto:triuam@autonoma.edu.co)

**Dirección de Investigación, Innovación y  
Emprendimiento**

[reddeinvestigacion@autonoma.edu.co](mailto:reddeinvestigacion@autonoma.edu.co)

### Equipo de la Spin off

- Carolina Márquez Narváez - Magíster Investigadora -Ingeniería de Software  
[carolina.marquezn@autonoma.edu.co](mailto:carolina.marquezn@autonoma.edu.co)
- Santiago Murillo Rendón – Doctor Investigador – Ingeniería de Software

Este libro se publicó en noviembre de 2024.

Manizales, Caldas.