

Duitama, Boyacá – Edición N° 48 de octubre a diciembre 2022 – ISSN: 2619-5186



## **MEMORIAS**

3 ENCUENTRO INTERDISCIPLINAR  
DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

### **EVENTOS:**

PROGRAMA ACADÉMICO  
LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA

Periódico informativo de la seccional Duitama

## COMITÉ EDITORIAL

**Decano de la Facultad Seccional Duitama**

Otto Caro Niño

**Directora Escuela de Posgrados Seccional Duitama**

Hilda Lucía Jiménez Orozco

**Director Centro de Gestión de Investigación y Extensión de la Facultad Seccional Duitama, CIFAD**

Edwin Yesid Gómez Pachón

**Director Escuela de Administración de Empresas Agropecuarias**

Alex López Córdoba

**Directora Escuela de Administración Industrial**

Sandra Mimiya Gómez Angel

**Directora Escuela de Administración Turística y Hotelera**

Olga Judit García Molano

**Director Escuela de Diseño Industrial**

Edgar Saavedra Torres

**Directora Escuela de Licenciatura en Tecnología**

Francy Mayoli Casallas Caicedo

**Director Escuela de Ingeniería Electromecánica**

Edgar Efrén Tibaduiza Rincón

**Directora Escuela de Licenciatura en Matemáticas y Estadística**

Leidy Rocío León Dávila

**Representante de los Profesores**

Tannia Álvarez Meneses

**Representante de los Estudiantes**

Diego Alejandro Amado Pinto

**Secretaria de Facultad**

Ligia Juliana Lozano Suárez

## COMITÉ EDITORIAL

**Decano Facultad Seccional Duitama**

Otto Caro Niño

**Director Centro de Gestión de Investigación y Extensión de la Facultad Seccional Duitama, CIFAD**

Edwin Yesid Gómez Pachón

**Docente Licenciatura en Tecnología**

Javier David Paredes Daza

**Docente Administración Industrial**

María del Pilar Baez Roa

**Docente Administración Turística y Hotelera**

Pedro Ignacio Moya Espinosa

**Unidad de Comunicaciones Facultad Duitama**

Pedro Daniel Urrego Gaona

## COLABORADORES

**Secretaria de Facultad**

Ligia Juliana Lozano Suárez

**Docente Administración de Empresas Agropecuarias**

Dora Esther Fonseca Pinto

**Docente Ingeniería Electromecánica**

Juan Carlos Castro Galeano

**Docente Licenciatura en Matemáticas y Estadística**

José Esneider Agudelo Arango

**Diseño y Maquetación Editorial**

Pedro Daniel Urrego Gaona

**Reportería, Apoyo y Registro Fotográfico Unidad de Comunicaciones UPTC Duitama Equipo de Trabajo CIFAD**

Gloria Andrea Cardenas, Andrés Ferney Largo León y Montserrat Villanueva.



Otto Caro Niño  
Decano de la Facultad Seccional Duitama

## Editorial 48

El presente número del redactor trae como tema la memoria de los artículos presentados en el 3 Encuentro Interdisciplinar de investigación e innovación dados a conocer en la Facultad seccional Duitama en marco de la XXVI Jornada Internacional de Investigación e innovación INNOVATE. Este encuentro pretendió mostrar los avances de los proyectos de investigación adelantados por los grupos de investigación de la Facultad seccional Duitama,

donde fue la oportunidad para divulgar los adelantos e impactos de los proyectos que han participado en diferentes convocatorias internas como externas de nuestra alma mater.

A través de una evaluación con pares académicos se realizó la selección de los artículos que finalmente se presentaron en el evento de la semana de investigación, así como la inclusión en el presente número del Redactor. Es notoria la participación de los estudiantes y docentes en la presentación de los avances de proyectos, porque muestra por una parte el aporte de los educandos en la formulación y ejecución de los proyectos y de otra parte como los proyectos están aportando a la creación de nuevo conocimiento como a la solución de necesidades territoriales.

La participación en este evento de semana de investigación permitió por una parte la escritura de los artículos que se presentan en el presente número del redactor, los cuales muestran por un lado el fortalecimiento de las habilidades de lectoescritura para la generación de un artículo el cuál presenta los resultados de las investigaciones adelantadas, su análisis y discusión y por ultimo las conclusiones del trabajo. De otra parte, se logra evidenciar el fortalecimiento de las habilidades de argumentación oral, cuando se realiza la presentación ante la comunidad universitaria.

Agradezco al Centro de Gestión de la Investigación y Extensión de la Facultad Duitama, CIFAD por la organización de este evento y a la Vicerector(a) de investigación y extensión de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-ViE por la organización de la Jornada de investigación e innovación, porque son espacios que permiten la divulgación de actividades tan misionales como son las de formación de investigación e innovación, y el oportuno fortalecimiento de capacidades investigativas y de innovación.

Seguramente la lectura de estas memorias de artículo resultado de proyectos de investigación permita conocer resultados de interés para los trabajos que adelanten los lectores y saber cuáles son o pueden llegar a ser los impactos de estos proyectos de investigación para nuestra región.

# RED HÍBRIDA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA PARA ZONAS NO INTERCONECTADAS DE COLOMBIA

## **Autores**

Yiseth Rondón

Wilman Alonso Pineda Muñoz

## **Correo electrónico**

wilman.pineda@uptc.edu.co

## **Grupo de Investigación**

GENTE

## **Programa**

Ingeniería Electromecánica

## INTRODUCCIÓN

Con el fin de cumplir los objetivos de desarrollo sostenible y garantizar una energía “asequible, fiable, sostenible y moderna para todos” como lo indica el séptimo objetivo de la asamblea general de las Naciones Unidas, se presenta un proyecto relacionado con el diseño y estudio de micro redes de generación de energía eléctrica que contribuye a la construcción de un nuevo paradigma de desarrollo en Colombia. El desarrollo de micro redes permite que las poblaciones menos favorecidas del país tengan acceso a la energía eléctrica en las zonas no interconectadas a la red nacional de distribución.

De acuerdo con el programa de Naciones Unidas para el desarrollo sostenible, una de cada siete personas aún no tiene electricidad en el mundo. La creación de micro redes de generación eléctrica en zonas no interconectadas con las redes nacionales permite solucionar este problema, sin embargo, se hace necesario desarrollar investigaciones en la implementación de este tipo de redes y el estudio de los cambios necesarios para que pueda ejercerse de manera adecuada la administración de la energía desde las redes de distribución energética.

Para desarrollar la creación de micro redes de generación eléctrica, se debe buscar una solución donde la transformación considere dentro de sus objetivos una menor contaminación, una alternativa es estudiar las celdas de combustibles ya que han ido evolucionando con el paso del tiempo, a partir de ellas se pueden generar electricidad, calor y agua. En comparación con los motores de combustión interna que están solo o un poco más de la media de su eficiencia y limitados por la temperatura, la eficiencia teórica de las celdas de combustibles son más de  $\frac{3}{4}$  de su eficiencia y no están limitadas por la temperatura. En funcionamiento una celda de combustible opera como una batería. Según el IIE la celda de combustible genera electricidad combinando hidrogeno y oxigeno electroquímicamente sin ninguna combustión. Una ventaja de las celdas de combustibles es que no se agota ni se recarga.

## OBJETIVO

DESARROLLAR UN PROTOTIPO DE UNA MICRO RED QUE PERMITA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A USUARIOS POTENCIALES EN ZONAS NO INTERCONECTADAS DE LA RED ELÉCTRICA COLOMBIANA.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ° Proponer un modelo de micro red que responda a las necesidades de los usuarios potenciales de Zonas No Interconectadas.
- ° Diseñar el sistema de generación eléctrica propuesto para la micro red de acuerdo con el modelo establecido.
- ° Implementar el prototipo de la micro red teniendo en cuenta el diseño elaborado.
- ° Evaluar el desempeño del prototipo de acuerdo con los requisitos establecidos en el modelo diseño e implementación.
- ° Solventar y/o ayudar a la red de distribución para un mayor aprovechamiento
- ° Brindar un servicio
- ° Amortiguar un poco la calidad de vida en estas zonas

Hoy en día los servicios del sistema de energía eléctrica los provee principalmente un operador del sistema de transmisión TSO. En el futuro, los TSO serán responsables de la carga y más aspectos serán responsabilidad del nivel de distribución. Se proyecta que todos los servicios del sistema como el control de potencia primario y de potencia reactiva se proveerán por el nivel de distribución. Esta situación posibilita la operación de las redes en modo aislado.



El proyecto que se presenta contribuye al desarrollo de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible que aprobó las Naciones Unidas en 2015 en varios puntos. Las alianzas propuestas en la agenda 2030 necesitan que se desarrollen investigaciones desde la técnica e ingeniería con el fin de seguir el nuevo paradigma de desarrollo que impacte en las personas, el planeta, la prosperidad y la paz del país. La expansión de la infraestructura y el mejoramiento de las tecnologías que utilizan las energías limpias deben ser estudiadas por personas idóneas en estas áreas.

La utilización de energía sostenible y no contaminante que contribuirá disminuyendo la tasa de cambios climáticos drásticos que enfrenta el planeta, necesita la inversión en centros de investigación que estudien las problemáticas técnicas presentes cuando se utilizan las fuentes de energías limpias. El uso de energías limpias que sustituyan la generación tradicional contribuye a la disminución de gases de efecto invernadero y como consecuencia la disminución de cambios bruscos del clima.

Las primeras celdas de combustibles fueron utilizadas en naves espaciales en los programas Géminis y Apolo para generar agua y electricidad. Una celda de combustible consiste en dos electrodos separados por un electrolito. El oxígeno pasa sobre un electrodo y el hidrogeno sobre otro. Cuando el hidrogeno es ionizado pierde un electrón y al ocurrir esto, ambos (hidrogeno y electrón) toman diferentes caminos hacia el segundo electrodo. El hidrogeno migra hacia el otro electrodo, a través del electrolito mientras que el electrón lo hace a través de un material conductor. Este proceso producirá corriente eléctrica, agua y calor.

**El proyecto se ejecutará acorde a la metodología de “desarrollo de calidad de producto” [33], [34] que comprende las siguientes etapas:**

#### **ETAPA DE DISEÑO:**

- a. Identificación de necesidades.
- b. Planificar el proceso de diseño.
- c. Desglosar requerimientos de Ingeniería.
- d. Desarrollo de conceptos.
- e. Desarrollo de producto.

#### **ETAPA DE PRODUCCIÓN:**

- a. Manufactura.
- b. Ensamble.
- c. Instalación.

#### **ETAPA DE EVALUACION:**

- a. Desempeño funcional de la plataforma.
- b. Evaluación de la relación costo beneficio.

#### **RESULTADO**

1. Proponer un modelo de micro red que responda a las necesidades de los usuarios potenciales de Zonas No Interconectadas.

• Modelo de generadores de energía eléctrica.

2. Diseñar el sistema de generación eléctrica propuesto para la micro red.

3. Implementar el prototipo de la micro red teniendo en cuenta el diseño elaborado.

• Prototipo de una micro red.

4. Evaluar el desempeño del prototipo de acuerdo con los requisitos establecidos en el modelo diseño e implementación.

• Documento académico con resultados de desempeño de micro red.



## IMPACTOS ESPERADOS

La implementación de este proyecto va dirigida a diferentes tipos de población según las necesidades de tipo social, económica, industrial, ambiental y para la comunidad científica. Socialmente, la generación de energía con fuentes no renovables cambia las condiciones de vida de la población mejorando su calidad de vida y se convierte en una contribución al desarrollo tecnológico del país; los beneficios económicos pueden impactar a todos aquellos que puedan vender a la red eléctrica la energía que generen en la micro red; desde el punto de vista industrial el beneficio es mayor, ya que una micro red de generación eléctrica es un soporte para la alimentación de las maquinarias que necesiten electricidad; los beneficios ambientales son innegables, el impacto del uso de energías limpias ha sido ampliamente estudiado y finalmente, el desarrollo de este proyecto debe generar productos de investigación que se deben divulgar en la comunidad científica con el fin de ampliar el campo del conocimiento en esta área.

## REFERENCIAS

- [1] ONU, "Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)," *Rev. la Univ. La Salle*, no. 70, 2016.
- [2] Microgrid Institute - Home." <http://www.microgridinstitute.org/> (accessed Mar. 03, 2022).
- [3] N. Hatzigiorgiou, *Microgrids: Architectures and Control*. 2013.
- [4] S. Cortés and A. Arango, "Energías renovables en Colombia : una aproximación desde la economía Renewable Energy in Colombia," *Rev. Ciencias Estratégicas*, vol. 25, no. 38, 2017.
- [5] M. Munasinghe, *Energy pricing and demand management*. 2019.
- [6] Ministerio de Minas y Energía, *Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia*. 2021.
- [7] T. Stetz, "Distribution Grid Integration of Photovoltaic Systems in Germany—Implications on Grid Planning and Grid Operation," pp. 1–2, 2017, [Online]. Available: [https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig\\_q=RN:49000069](https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:49000069).
- [8] I. V. Yentekakis and G. Goula, "Biogas management: Advanced utilization for production of renewable energy and added-value chemicals," *Frontiers in Environmental Science*, vol. 5, no. FEB. 2017, doi: 10.3389/fenvs.2017.00007.
- [9] PNUD, *HECHOS VERDES PARA LA PAZ - ENERGÍA SOSTENIBLE PARA ILUMNIAR A COLOMBIA*. 2005.
- [10] S. Cortés and A. Arango, "Energías renovables en Colombia : una aproximación desde la economía Renewable Energy in Colombia," *Rev. Ciencias Estratégicas*, vol. 25, no. 38, pp. 375–390, 2017.
- [11] J. A. G. Moreno, C. L. T. Rodríguez, and R. A. P. Suesca, "Hybrid Electric Energy Generation Like Alternative For Not Inte Connected Zones," *Ingeniería*, vol. 12, no. 1, pp. 57–63, 2006, [Online]. Available: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/2100>.
- [12] R. Álvaro and J. Menéndez, "Casos de microrredes," 2020.
- [13] Ministerio de minas y energía, *Integración de las Energías Renovables No Convencionales en Colombia*. 2015.
- [14] "Enel Green Power, la plataforma de las energías renovables | Enel Green Power." <https://www.enelgreenpower.com/es> (accessed Mar. 03, 2022).
- [15] "Proyecto fotovoltaico Campos del Sol se comenzará a construir en enero - Cooperativa.cl." <https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/region-de-atacama/proyecto-fotovoltaico-campos-del-sol-se-comenzara-a-construir-en-enero/2019-10-14/181020.html> (accessed Mar. 03, 2022).
- [16] J. Benavides, Á. Cadena, J. J. González, C. Hidalgo, and A. Piñeros, *C U A D E R N O S F E D E S A R R O L L O 6 8 MERCADO ELÉCTRICO EN COLOMBIA: TRANSICIÓN HACIA UNA ARQUITECTURA DESCENTRALIZADA*. 2018.
- [17] "PRESIDENCIA." <https://idm.presidencia.gov.co/deintereses/index.html> (accessed Mar. 03, 2022).
- [18] "Con base en cifras de la UPME, proyectos de generación solar ganan terreno en Colombia." <https://www.mundoelctrico.com/index.php/component/k2/item/382-con-base-en-cifras-de-la-upme-proyectos-de-generacion-solar-ganan-terreno-en-colombia> (accessed Mar. 03, 2022).
- [19] V. Gasca, "Energías renovables: un ejemplo que empieza por casa." <https://www.mundoelctrico.com/index.php/component/k2/item/570-energias-renovables-un-ejemplo-que-empieza-por-casa>

# EFECTO DE 1-MCP Y ETILENO EN FRUTOS DE PAPAYA MARADOL (CARICA PAPAYA L.) EN POSCOSECHA BAJO DISTINTAS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO

## Autor

Efraín Martínez Quintero

## Correo electrónico

efrain.martinez@uptc.edu.co

## Grupo de Investigación

CERES

## Programa

Administración de Empresas  
Agropecuarias

## INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L) es originaria del trópico americano y constituye la tercera fruta tropical de mayor importancia a nivel mundial. Esta es una de las especies de interés para la conservación, dado su valor ecológico, así como en la alimentación y economía. Sus frutos son apreciados en la industria por los variados usos y para el consumo fresco por ser una fuente importante de antioxidantes, vitaminas y minerales (Granados et al., 2015).

Según La Asociación Hortofrutícola de Colombia (ASOHOFRUCOL, 2017) la papaya representa una de las líneas con mayor dinamismo, participando con un 2% en el sector agrícola al contar con una producción de 191,042 Toneladas; sin embargo, las pérdidas postcosecha por maduración representan el 30% de la producción lo que origina gran inconformidad para los productores ya que obtienen grandes pérdidas económicas. La diversificación en los estados de la madurez de la papaya conlleva a que el productor sea castigado en el precio del producto, puesto que se busca que la fruta llegue a la comercialización en un estado óptimo para la venta. De acuerdo con el Ministerio de Salud y la FAO (2013), en Colombia se desperdiciaron



en la poscosecha 1.4 millones de toneladas de alimentos, entre frutas y verduras, es así como cada vez cobra más importancia encontrar la manera de disminuir las pérdidas postcosecha que no solo afecta al productor, sino también al consumidor por la falta de abastecimiento y el incremento en el costo del producto.

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es una nueva herramienta que actualmente permite alargar la conservación y la vida útil de una gran variedad de frutas, manteniendo los estándares de calidad en poscosecha; el objetivo del tratamiento con 1-MCP es lograr un mantenimiento de la firmeza durante la conservación y durante su manipulación, a la vez que permitir

---

una calidad óptima para el consumo en el momento de la comercialización (Chiriboga et al., 2014).

Por otro lado, el Etileno es la hormona vegetal responsable de regular diferentes procesos durante la maduración de productos agrícolas (Balaguera et al., 2014). Se ha visto la gran conveniencia de aplicar etileno a frutos de varias especies para incrementar significativamente su tamaño; así pueden ser cosechados antes y ser enviados a zonas de consumo con mejores precios de temporada (Jordan & Caseretto, 2006).

Tanto el 1MCP como el Etileno pueden ser consideradas dos tecnologías alternativas para el productor al momento de cosechar el producto siempre y cuando se utilice la concentración y el procedimiento adecuado, además, el productor podría entregar un producto homogéneo y de buena calidad que le permitirían vender su producto a un mejor precio.

## **OBJETIVO**

Evaluar técnica y financieramente la respuesta de frutos de papaya (Carica papaya) variedad maradol, a dos temperaturas y grados de madurez a la aplicación de un retardante y activador en el efecto de la poscosecha.

- Evaluar el efecto del etileno en el proceso de maduración del fruto de papaya en dos estados de madurez.
- Medir el efecto de 1-MCP en la maduración del fruto de papaya en dos estados de madurez.
- Estudiar el efecto de dos temperaturas (16°C - 6°C) de almacenamiento con retardante y/o acelerante en dos grados de maduración en los frutos de papaya maradol.

## **ANTECEDENTES**

Se destacan aportes como los de Martínez et al. (2017), quienes consideran que la maduración del fruto es un importante proceso el cual activa un conjunto de rutas bioquímicas que hacen que éste conlleve una mejor apariencia y sea deseado por los consumidores. Los cambios bioquímicos y fisicoquímicos que ocurren en esta etapa son los causantes de un gran porcentaje de pérdidas económicas.

Por otra parte, Santamaría et al. (2009) hacen referencia a que el color de la cáscara es una de las características más importantes a la hora de determinar y evaluar la maduración en frutos de papaya; por ello las recomendaciones para la cosecha, recolección y consumo se basan en la presencia de porcentajes de color verde, amarillo y naranja. Aunque hoy en día son consideradas una técnica ambigua que crea gran dificultad a la hora de seleccionar el producto.

De acuerdo con Zhou et al. (2004 citados en Santamaría et al., 2009), la comercialización se realiza desde el estado de rompimiento del color verde a  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  de madurez, mientras que el consumo se recomienda cuando la cáscara de los frutos presenta 75% o más de color amarillo.

---



En el caso de la papaya variedad maradol, los frutos inicialmente son verde amarillento y cambian al anaranjado-amarillo en los estados de madurez de consumo.

En relación con la maduración en frutos, Cruz et al. (2010) añaden que la maduración acelerada de frutos tropicales con etileno exógeno, es una práctica frecuente que aprovecha la fisiología de frutos climatéricos para lograr una maduración rápida y reducir los costos de manejo y almacenamiento, logrando así una maduración homogénea.

Para Perez et al. (1998, citados por Cruz et al., 2010) aseguran que la maduración acelerada con etileno es una tecnología que permite colocar frutos en el mercado cuando la demanda es

cuando la demanda es mayor y los costos son fácilmente absorbidos por los beneficios.

Tanto para Cruz et al. (2010), como para Perez et al. (1998, citados por Cruz et al., 2010), la maduración acelerada mediante la utilización de etileno es una técnica que permite homogeneizar el producto al momento de llevarlo al mercado.

Es necesario utilizar técnicas que contribuyan en la disminución de pérdidas en papaya; especialmente después de la cosecha, ya sea por medio de acelerantes o retardantes de este proceso biológico.

De acuerdo con Cruz et al. (2010), el tratamiento con etileno previo al almacenamiento refrigerado de frutos de papaya representa una excelente alternativa, debido a que ese gas induce una maduración homogénea y permite almacenarlos sin pérdida de calidad; la técnica de etileno representa así una alternativa de productividad y rendimiento.

En contraste con lo anterior cabe mencionar los resultados obtenidos por Cruz et al. (2010), quien al realizar un estudio de la reacción del fruto ante la presencia del etileno presentó resultados benéficos en cuanto a maduración homogénea, cuando los frutos de papaya fueron tratados con  $500 \mu\text{LL}^{-1}$  de etileno exógeno durante 24 h a  $25^\circ\text{C}$ , porque extendió a 17 días la vida útil de los frutos en almacenamiento refrigerado.

El proceso de aceleración o maduración en papaya representarían un efecto positivo para el productor quienes según Kitinoja et al. (2011, citados en Martínez, et al., 2017), pierden en promedio el 40% del total de su producción.

---

Se destacan aportes como los de Martínez et al. (2017) quienes consideran que la maduración del fruto es un importante proceso el cual activa un conjunto de rutas bioquímicas que hacen que éste conlleve una mejor apariencia y sea deseado por los consumidores. Los cambios bioquímicos y fisicoquímicos que ocurren en esta etapa son los causantes de un gran porcentaje de pérdidas económicas.

Por otra parte, Santamaría et al. (2009) hacen referencia a que el color de la cáscara es una de las características más importantes a la hora de determinar y evaluar la maduración en frutos de papaya; por ello las recomendaciones para la cosecha, recolección y consumo se basan en la presencia de porcentajes de color verde, amarillo y naranja. Aunque hoy en día son consideradas una técnica ambigua que crea gran dificultad a la hora de seleccionar el producto.

De acuerdo con Zhou et al. (2004, citados en Santamaría et al., 2009), la comercialización se realiza desde el estado de rompimiento del color verde a  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  de madurez, mientras que el consumo se recomienda cuando la cáscara de los frutos presenta 75% o más de color amarillo. Por otro lado, existe una alternativa que consiste en retardar la maduración del fruto; según Osuna et al. (2019), el 1-metilciclopropeno (1-MCP) mantiene la calidad de frutos climatéricos, teniendo así un mayor efecto en especies que producen altas y medianas concentraciones de etileno.

Las actividades bioquímicas y fisiológicas involucradas en el ablandamiento, como cambios en la firmeza y en la velocidad de respiración, entre otros; son irreversibles una vez iniciadas; por ende, es necesaria la aplicación de ciertos procedimientos que permitan retrasar o disminuir la velocidad de estos procesos Omboki et al. (2015).

En concordancia con los bajos niveles de producción, García Muñoz y Rodríguez Borray (2017) proponen llevar a cabo un manejo adecuado de la cosecha y la poscosecha de la fruta, teniendo en cuenta el proceso de maduración y de la fisiología en la poscosecha, permitiendo de esta manera obtener estrategias que contribuyan con la calidad del producto e incrementen su tiempo de vida útil.

Las estrategias deben apuntar básicamente a responder de manera competitiva a los requisitos del mercado, ofrecer productos de alta calidad, reducir al máximo las causas de deterioro de la fruta y generar mayor valor a lo largo de la cadena de comercialización, logrando así un beneficio para todos sus integrantes; con lo cual hace referencia a la fisiología de la poscosecha, donde es necesario conocer el estado de madurez de la fruta y los factores que afectan la velocidad de la maduración.

Tanto Martínez et al. (2017) como García Muñoz y Rodríguez Borray (2017) concuerdan en que los efectos de la maduración del fruto se reflejan en la apariencia de la fruta, en el color y en la firmeza. Aspectos que son tenidos en cuenta por el consumidor a la hora de adquirir el producto. Según Flórez, Marín & Zapata. (2009) en el estudio realizado en el departamento del Huila se evidenció

---

---

que la recolección de la papaya se realiza de forma tradicionalmente manual, utilizando como recipiente de cosecha una canastilla plástica en el 78% de los casos, mientras que un 6% usa guacales de madera y el 16% restante no utiliza empaque alguno, manteniendo la fruta envuelta en papel periódico. Finalmente es dejada en el suelo hasta el transporte a los sitios de acopio, donde también se acomoda a granel en el suelo y, por tanto, la fruta queda expuesta al contacto con materiales extraños.

Por otro lado, se encontró que los consumidores de papaya tienen una preferencia del 35% hacia la variedad Maradol y que es necesario implementar buenas prácticas en cosecha y poscosecha con el fin de conservar la calidad y disminuir las pérdidas, puesto que ascienden a un promedio del 30%.



## METODOLOGÍA

Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 2x2x2, el primer factor correspondió a los estados de madurez de los frutos (grado 2 y grado 3) y el segundo factor a las temperaturas de almacenamiento (6°C, y ambiente (16 °C)), y el tercer factor al retardante químico y etileno (1-MCP (100 mg L<sup>-1</sup>) y etefón (300 µl L<sup>-1</sup>)) y un testigo absoluto por grado de madurez con 4 repeticiones, cada unidad experimental (UE) estuvo compuesta por 1 fruto.

Para la aplicación de etileno se utilizaron recipientes de 9 L en los que se dispuso una solución de 300 µL L<sup>-1</sup> de etefón (Ethrel® 48 SL, Bayer CropScience).

Los frutos se sumergieron en esta solución durante 10 minutos y luego se dejó secar a temperatura ambiente. Para el tratamiento con 1-MCP, se preparó la solución de 100 mg L<sup>-1</sup> de 1-MCP en un recipiente de 9 L, posteriormente los frutos se sumergieron durante 10 minutos y luego se dejó secar a temperatura ambiente. A continuación, los frutos se dispusieron en bandejas de poliestileno y almacenadas a temperatura ambiente (16±2°C, 75±6% HR) y de refrigeración (6±2°C), esta metodología fue ligeramente modificada de González et al. (2021).

Cada 3 días se midió color, pérdida de masa, firmeza, pH, acidez total titulable, sólidos solubles totales y tasa respiratoria.

---

---

## RESULTADO

**Índice de color:** De acuerdo al análisis estadístico se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) durante el tiempo de almacenamiento de los frutos de papaya variedad Maradol, donde los tratamientos a una temperatura de  $6^{\circ}\text{C}$  y con 1MCP obtuvieron un menor cambio de color en los dos estados de madurez (estado 2 y 3 de madurez). Encontrando que los frutos con aplicación de etileno, en estado 3 de madurez y a temperatura de  $16^{\circ}\text{C}$  tienen un mayor índice de color que se relaciona con la madurez del fruto y menor tiempo de almacenamiento.

**Firmeza:** La firmeza de los frutos mostró diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) durante el tiempo de almacenamiento en los días 8, 15 y 21 respectiva



mente, encontrando que los frutos sometidos a la aplicación de 1MCP tuvieron mayor consistencia en los primeros días del experimento para los dos estados de madurez, así mismo los frutos almacenados a  $6^{\circ}\text{C}$  tienen una menor pérdida de firmeza con la aplicación de 1MCP comparados con los frutos sometidos a etileno.

**Pérdida de peso:** Los frutos de papaya perdieron peso de forma significativa a través de tiempo de almacenamiento ( $P < 0,05$ ), donde se observó que los frutos almacenados a una temperatura de  $6^{\circ}\text{C}$  y en los dos estados de madurez y con la aplicación de etileno presentaron la menor pérdida de peso al igual que los frutos sometidos a 1 MCP, así mismo se encontró que los tratamientos almacenados a temperatura ambiente ( $16^{\circ}\text{C}$ ) tuvieron una menor vida en anaquel y mayor pérdida de peso con la aplicación de etileno.

**Sólidos solubles totales:** Se evidenció que el tratamiento a temperatura ambiente ( $16^{\circ}\text{C}$ ), y el estado 3 y con aplicación de etileno presentaron el mayor promedio del contenido de azúcares. Los resultados de la investigación concuerdan con Osuna-García et al.(2005), quienes encontraron en la papaya que la aplicación del 1- MCP con 100 o 200  $\text{nl}\cdot\text{litro}^{-1}$  mostraron valores menores al testigo. Así mismo, se mostró un incremento en contenido de azúcar durante el desarrollo de la maduración (Chan et al., 1979), donde la sacarosa es el azúcar principal de C. papaya (80% de los azúcares solubles totales en la fruta completamente madura).

---

**pH:** Se encontraron valores entre 5,76 a 6,73 desde el día 0 al día 28 de almacenamiento. Lo cual se debe al proceso de maduración de *C. papaya*, ya que aumenta mientras que el color de la cáscara cambia de verde a 40% amarillo (Lazan et al., 1989), que está regulado por el etileno que influye en la maduración y senescencia de las frutas (Watkins, 2008). Dussán et al. (2011), señalan que la acidez tiene relación directa con la aplicación de 1-MCP durante los días de almacenamiento.

**Acidez total titulable (ATT):** Entre los tratamientos de estado de madurez 3 almacenados a temperatura ambiente y el estado de madurez 2 almacenados a 6°C y etileno, Ambuko et al. (2014), encontraron diferencias estadísticas al someter frutas de *P. edulis* a 1-MCP en condiciones ambientales (24-26°C, HR 60%).

**Tasa respiratoria:** De acuerdo al análisis de varianza hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos durante el tiempo de almacenamiento de los frutos de papaya ( $P \leq 0.05$ ), observando el pico climatérico a los 6 días de almacenamiento para los tratamientos a temperatura ambiente con un aumento exponencial. Los frutos almacenados a 6°C presentaron la menor tasa respiratoria con la adición de 1 MCP, mientras que con o sin etileno, tuvo tasas de respiración más altas.



## REFERENCIAS

Álvaro Ernesto, P. P., Unidad Técnica De ASOHOFRUCOL, & Representantes Empresas Agroindustriales. (2017, June). Lineamientos y estrategias de articulación de ASOHOFRUCOL con la agroindustria en pro del desarrollo hortifrutícola en Colombia. Asociación

Balaguera-López, H. E., Salamanca-Gutiérrez, F. A., García, J. C., & Herrera-Arévalo, A. (2014). Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 302-313.

Cruz, Javier De la, Vela, Gilber, Dorantes, Lidia, & García, Hugo S. (2010). Efecto del etileno sobre el ACC y ACC oxidasa en la maduración de papaya 'maradol'. *Revista fitotecnia mexicana*, 33(2), 133-140. Recuperado en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802010000200006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802010000200006&lng=es&tlng=es).

Chiriboga, M. A., Schotsmans, W. C., Larrigaudière, C., & Recasens, I. (2014). Últimos avances en la aplicación del 1-metilciclopropeno (1-MCP) en peras. *ITEA*, 1, 34-48.

Flórez, O. A., Marín, H. F., & Zapata, J. A. (2009). Estudio de las prácticas de cosecha y poscosecha de la papaya (*Carica papaya* cv. Maradol), en el Departamento del Huila, Colombia. *RIAA*, (1), 29-36.

García, M. C. & Rodríguez, G. A. (2017). Manejo de cosecha y poscosecha de papaya. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13144>.

Granados Ramírez, Rebeca, Salceda Lopez, Rafael, & Longar Blanco, María del Pilar. (2015). Situación actual y perspectivas tecnológicas para la papaya (*Carica papaya* L.) en el distrito de Veracruz, Veracruz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(4), 749-761.

Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). Hormonas y reguladores del crecimiento: etileno, ácido abscísico, brasinoesteroides, poliaminas, ácido salicílico y ácido jasmónico. *Fisiología vegetal*. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Martínez-González, Mónica Elizabeth, Balois-Morales, Rosendo, Alia-Tejacal, Irán, Cortes-Cruz, Moises Alberto, Palomino-Hermosillo, Yolotzin Apatzingan, & López-Gúzman, Graciela Guadalupe. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(spe19), 4075-4087. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i19.674>

Omboki, R. B., Wu, W., Xie, X., & Mamadou, G. (2015). Ripening genetics of the tomato fruit. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 8(4), 567.

Santamaría Basulto, Felipe, Díaz Plaza, Raúl, Sauri Duch, Enrique, Espadas y Gil, Francisco, Santamaría Fernández, Jorge Manuel, & Larqué Saavedra, Alfonso. (2009). Características de calidad de frutos de papaya maradol en la madurez de consumo. *Agricultura técnica en México*, 35(3), 347-353.

# DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE COLMENA ECO AMBIENTAL MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE MATERIALES INDUSTRIALES Y AGROINDUSTRIALES RESIDUALES, PARA EL CONFORT PRODUCTIVO DE LAS ABEJAS Y EL FORTALECIMIENTO DE LA CADENA APÍCOLA DE BOYACÁ.

## **Autores**

Montserrat Villanueva Uribe

Edwin Yesid Gómez Pachón

## **Correo electrónico**

proyectedesarrollocolmena@gmail.com

## **Grupo de Investigación**

DITMAV

## **Programa**

Diseño Industrial

## INTRODUCCIÓN

Boyacá concentra su actividad apícola en el Centro del Departamento y es reconocida nacional e internacionalmente por la alta calidad de sus productos. Tradicionalmente, las colmenas son hechas en madera y debido a su biodegradabilidad deben ser renovadas cada 5 años, generando un daño ambiental significativo. También, se ha determinado que se deben optimizar las condiciones de manipulación, monitoreo y transporte de las colmenas para reducir la afectación a las abejas. Por lo anterior, el objetivo de este proyecto es desarrollar un nuevo tipo de colmena ecoambiental con materiales compuestos con refuerzos naturales y residuos agroindustriales, que permitan el mejoramiento del confort productivo de las abejas, beneficiando así la cadena apícola del departamento de Boyacá.

Para tal fin, se hizo una identificación de las problemáticas actuales en tres apiarios ubicados en Pachavita, Duitama y Pachavita, pertenecientes a la Corporación Tibairá. Luego, se realizó el diseño de concepto de dicha colmena ecoambiental; se desarrollaron pruebas con el fin de monitorear el confort productivo actual de las abejas (temperatura, humedad relativa, corrientes de viento, volumen de circulación, población fija y flotante, etc.); se realizaron propuestas de preparación de materiales compuestos; se caracterizó sus propiedades de conservación de calor, físicas y mecánicas; actualmente se encuentran en construcción prototipos de colmena para ser validados en los 3 apiarios y finalmente se realizará un estudio de mercados del nuevo tipo de colmena con el fin de determinar su viabilidad comercial y aceptabilidad.



---

Los resultados del proyecto serán de gran relevancia tanto para los apíarios de la Corporación Tibairá, como para los demás del departamento de Boyacá y del país; por lo que se generará un gran aporte al desarrollo sostenible de las regiones, mejorando la cadena productiva apícola y favoreciendo las condiciones de vida de las abejas, lo cual es crucial para los procesos productivos agrícolas.



## OBJETIVO

Diseñar, construir y validar un prototipo de colmena eco ambiental que favorezca la manipulación de los apicultores y el confort productivo de las abejas, fortaleciendo la cadena productiva apícola, mediante la utilización de materiales industriales y agroindustriales residuales del departamento de Boyacá.

° Determinar las condiciones ambientales, técnicas, de usabilidad, y manipulación del modelo de colmena actual en 3 puntos focales del Departamento de Boyacá.

° Diseñar y desarrollar un modelo conceptual de colmena, mediante la definición de sus componentes, partes y características tanto técnicas, tecnológicas, funcionales, formales y de sostenibilidad ambiental, con los cuales se dará solución a los atributos de valor establecidos para el nuevo producto.

° Preparar y caracterizar materiales poliméricos, reciclados y compuestos a partir de recursos naturales renovables que respondan a las características técnicas y ergonómicas de las colmenas.

° Diseñar, construir y validar los subsistemas de la colmena en los 3 puntos focales del departamento de Boyacá.

° Realizar un estudio de mercado para determinar la viabilidad comercial del prototipo diseñado y su aceptabilidad por los miembros de la cadena Apícola.

## ANTECEDENTES

La apicultura en términos generales es una práctica destinada a la crianza/manejo de abejas, y el beneficio/ aprovechamiento de los productos derivados de la colmena (como miel, polen o propóleos, jalea real, cera, apitoxinas, entre otros), no obstante, lo mencionado es una actividad secundaria, siendo la continuidad de la vida su función principal, es así que la necesidad de conservar los recursos naturales y de explorar otras alternativas de desarrollo, proyectan la apicultura como un sector importante en el desarrollo económico de un país [4], vinculado estrechamente al fortalecimiento, conservación y continuidad de la biodiversidad a través del servicio de polinización que es la función primordial que cumplen las abejas en el medio ambiente.

---

---

En consonancia con lo anterior, las colmenas han jugado un papel fundamental en el proceso de la domesticación de las abejas, permitiendo la proyección de la apicultura como un sistema productivo. No obstante, el material más reconocido con el que se elaboran las colmenas en la actualidad ha sido a base de madera, generando una incoherencia en el modelo de negocio de la apicultura, ya que por una vista se encuentra una apicultura sostenible, con un impacto ambiental positivo por el servicio de polinización de las abejas y por la calidad de productos que se generan de esta actividad y por otro lado se encuentra un impacto ambiental negativo y nefasto para la humanidad debido al fomento de la tala de bosque para la fabricación de estas, es decir, se genera vida a través de la polinización pero se deja sin alternativas de alimentación a las especies, incluyendo a las abejas con la tala de árboles para la generación de colmenas. En razón a lo anterior, se hace necesaria la creación de colmenas a base de materiales eco ambientales que sean coherentes con el desarrollo de un sistema productivo y a su vez con la conservación de los bosques y la biodiversidad, para ser transferido a los apicultores y sus generaciones futuras.

La alianza que propone este proyecto está conformada por la Corporación Tibairá, que forman parte de los grupos de Investigación DANUM, DITMAV y GENTE de la UPTC y el apoyo ambiental del Dr. Camilo Andrés Fabian Lesmes. A continuación, se relaciona la experiencia de cada grupo en el tema de materiales, diseño, monitoreo de variables y las colmenas.

Un primer trabajo corresponde a la creación de colmenas a base de material plástico reciclado, fabricado por la empresa apícola Boyacense “Elixir del Páramo” del año 2017 a 2019, perteneciente a la Corporación Tibairá (empresa aliada y beneficiada de la presente propuesta), cuyo propósito fue diseñar un prototipo con un material alternativo que permitiera prolongar su vida útil, reducir costos y que cumplieran un objetivo ecológico, para lo cual se instaló este prototipo en dos puntos primordiales con el fin de verificar la adaptación de las abejas con el material y su relación con la productividad. Un punto fue ubicado en un sistema apícola destinado para división de abejas y otro punto en un sistema productivo de páramo “Pan de Azúcar” el cual posee condiciones climáticas adversas; estas pruebas fueron elaboradas durante 1,5 años. Como resultados de estas pruebas según lo expresado por los empresarios, se observaron las siguientes ventajas: además de mostrar durante este periodo una gran adaptabilidad de las abejas al prototipo, se obtuvo un aumento de la productividad debido a un aumento de temperatura interna de la colmena del 2°C aproximadamente, lo anterior a causa del material implementado. Debido a lo anterior, los empresarios de la Corporación Tibairá se encuentran interesados en mejorar este prototipo para que sea más ergonómico con miras a la fabricación a grande escala y mejorar la adaptabilidad de las abejas para estimular su sobrevivencia.

Este proyecto cuenta con investigadores de grupos de investigación DANUM Y DITMAV que han desarrollado diferentes proyectos de investigación, trabajos de grado y publicaciones en temas relacionados con diseño de maquinaria y equipos, materiales compuestos con fibras naturales, nanomateriales, entre otros. Algunos proyectos realizados por los grupos en Alianza DANUM-DITMAV relacionados al estudio y desarrollo de material compuesto y especialmente la investigación de interfases termoquímicas entre las fibras naturales y las matrices poliméricas.

---

---

A continuación, se enumeran algunos trabajos realizados: Caracterización de la fibra del pseudo tallo de plátano como refuerzo y desarrollo de un material compuesto para fabricación de tejas de uso rural [5]; Obtención y caracterización de un biodegradable a partir de almidón de papa y polietileno de baja densidad por inyección [6]; Generación de un material tri-compuesto de concreto con fibras de phormium tenax y resina poliéster, como alternativa sustentable para la fabricación de sistemas flotantes acuáticos aplicados a alojamientos vacacionales dentro del lago de Tota, Boyacá [1].

Además, el grupo Ditmav colabora con la ejecución del proyecto de Colciencias 2018 titulado “Desarrollo de ingredientes naturales nativos a base de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) para aplicación en la industria alimentaria”. El Grupo de Investigación GENTE realiza proyectos relacionados con el desarrollo y diseño de equipo con nuevas tecnologías de control y monitorización: Estudio para calcular la velocidad óptima de corte por plasma a partir de la aplicación de la metodología de superficie de respuesta: RSM; Diseño e implementación de un sistema de posicionamiento tridimensional aplicado a la técnica de prototipo rápido modelado por deposición fundida; Diseño de un sistema automático para el proceso de clasificación de huevos para la empresa huevos; Control automático de vehículos submarinos autónomos para la exploración oceanografía; Herramienta de diseño para sistemas cartesianos de posicionamiento tridimensional aplicable en equipos de fabricación digital del sector automotriz; Diseño e implementación de un equipo de recubrimiento por spray térmico; Optimización del proceso de recubrimiento por spray térmico utilizando metodología de superficie de respuesta.

Por su parte el Doctor Camilo Andrés Fabian Lesmes ha venido desarrollando proyectos para identificar impactos ambientales. En la presente investigación será fundamental realizar seguimiento de las fases del proyecto con el fin de prevenir y detectar riesgos para la población de las abejas como al ambiente natural que gira alrededor de los 3 apiarios.

## **METODOLOGÍA**

Este proyecto es una investigación aplicada, con diseño experimental, tecnológica y de carácter exploratorio, que busca el desarrollo de una colmena con materiales que posean insumos de origen natural.

La metodología planteada en la formulación del proyecto se compone de cuatro objetivos específicos. OBJETIVO 1. Determinar las condiciones ambientales, técnicas, de usabilidad y manipulación del modelo de colmena actual en 3 puntos focales del Departamento de Boyacá. En esta fase del proyecto, se realizó la identificación del contexto real del proceso de cría de las abejas, su reproducción y la generación de los productos apícolas en 3 puntos focales del Departamento de Boyacá, los cuales son Apiarios pertenecientes a la Corporación Tibaira ubicados en Pachavita, Duitama y Pachavita. Seguido a lo anterior, se analizó las condiciones que lleven a la termorregulación de las abejas y por tanto a un nivel de confort que permita realizar las acciones de cría y generación de productos apícolas. Dando continuidad a la metodología planteada, para el desarrollo del objetivo 2. Diseñar y desarrollar un modelo conceptual de colmena, mediante la definición de sus componentes, partes y características tanto técnicas, tecnológicas, funcionales, formales y de sostenibilidad ambiental, con los cuales se dará solución a los atributos de valor establecidos para el

---

---

nuevo producto. Simultáneamente al desarrollo de los 2 objetivos anteriores, se desarrolló el Objetivo 3. Preparar y caracterizar materiales poliméricos, reciclados y compuestos a partir de recursos naturales renovables que respondan a las características técnicas y ergonómicas definidas de las colmenas. Paralelo a lo anterior, se desarrolló la fase inicial del Objetivo 5. Realizar un estudio de mercado para determinar la viabilidad comercial del prototipo diseñado y su aceptabilidad por los miembros de la cadena Apícola, donde se estableció por medio de encuestas y desarrollo de entrevistas a expertos apicultores del objetivo del estudio, la naturaleza, magnitud y el tamaño del mercado, los aspectos del mercado que se quieren analizar, el tipo de investigación y metodología, así como las herramientas para recolección y análisis de información más apropiada para llevar a cabo el estudio posterior de aceptación al mercado, el desarrollo de esta actividad se pudo desarrollar en el tiempo estimado, esto se desarrolló en tres modalidades, virtual, presencial y telefónicamente.



## RESULTADO

Los resultados obtenidos hasta la fecha han cumplido con las expectativas de proyección del proyecto. El desarrollo del estudio de las condiciones ambientales, permitió establecer los principales agentes que intervienen en el proceso de desgaste y de podredumbre de las colmenas actualmente utilizadas en los tres puntos focales del proyecto, se permitió establecer la necesidad y relevancia de realizar una prueba de inoculación de patógenos xilófagos en el material innovador a desarrollar, comparando su comportamiento con otros materiales a base de maderas de pino, cedro y plástico reciclado, esto con el fin de evitar que el nuevo material pueda llegar a padecer los mismos comportamientos en exposición a los diferentes factores climáticos que intervienen en los tres puntos focales; Paralelo a este estudio se desarrolló la evaluación de las fallas ergonómicas y de usabilidad de las colmenas, en el cual se pudo evaluar la postura de 16 apicultores, en el desarrollo de su hacer como apicultor, evaluando tres actividades críticas correspondientes a la inspección de la media alza y la cámara de

---

---

cría, la mudanza de colmena y la recolección del polen, en donde se pudo establecer por medio del método REBA un nivel de riesgo disergonómico alto en el puesto de trabajo, lo cual indica que se requiere hacer cambios urgentes para evitar lesiones musculoesqueléticas en los apicultores, resultado que permite resaltar la relevancia de este factor dentro del proceso de diseño de la nueva propuesta de colmena, para esto en el estudio de necesidades funcionales y de usabilidad que se realizó por medio de un taller en el apiario de pachavita se indago sobre este factor, obteniendo respuesta positiva de parte de los apicultores con la implementación de estos cambios, sobre todo en el grupo de apicultoras mujeres, ya que manifiestan ser muy pesadas, muy altas y no contar con agarres que les permitan desarrollar la actividad de una forma segura, durante el desarrollo del taller se registró la voz del cliente referente a las necesidades que presentan para desarrollar su actividad apícola. Lo anterior, permitió determinar los 107 requerimientos técnicos que fueron parametrizados para la definición de los argumentos de configuración de la colmena permitiendo así desarrollar alternativas de diseño en bocetos para la definición del concepto de colmena.

El desarrollo del trabajo de diagnóstico mencionado anteriormente es vital para la continuidad de este proyecto, debido a que fundamenta las decisiones tomadas en el proceso de diseño e investigación de materiales, ya que el proceso de desarrollo del material en formulación que hará parte de la construcción de la nueva colmena debe cumplir con los requerimientos y las necesidades determinadas en la fase de diagnóstico. Para determinar la viabilidad de los posibles materiales a desarrollar así como las posibles alternativas de configuración fue necesario el levantamiento de información del mercado por medio del estudio de mercado, el cual permitió conocer a nuestro mercado, dimensionar el tamaño de este y las necesidad y expectativas que presentan ante una propuesta de cambio en su medio de trabajo como lo es la colmena. En complemento a esta información se desarrolló una vigilancia tecnología que permitió conocer los desarrollos tecnológicos que se han presentado en relación a nuestro eje temático, guiando así nuestro proceso de toma de decisiones. Se realizaron varias pruebas de materiales compuestos con fibras de plátano, plumas de ganso con diferentes tipos de polímeros, los cuales han mostrado su potencialidad para ser usados como materiales para colmenas eco ambientales, debido a que ofrecen la resistencia mecánica y son sostenibles.

El desarrollo de las diferentes actividades hasta la fecha ha permitido la interacción directa con el mercado, el entorno, el usuario, y la materia prima para la cual se está desarrollando este proyecto, esto con el fin de poder llegar a un resultado integral desde un punto de vista multidisciplinar que dé respuesta a una problemática existente actualmente para el sector agro del Departamento de Boyacá.

**Impacto Económico:** productividad y competitividad por medio del acceso a nuevos mercados nacionales o internacionales, empleo generado, establecimiento de alianzas estratégicas (I+D+I conjunta con empresas e instituciones de al menos otro país.

Este proyecto aportará a la Corporación Tibairá y en general al sector apícola boyacense valor en la cadena productiva debido a que con este desarrollo tecnológico se logrará incursionar en un nuevo mercado mediante el desarrollo de una línea de colmenas con gran valor agregado con altas posibilidades a nuevos mercados nacionales y posibles mercados internacionales.

---

Este prototipo se proyecta a generar nuevos tipos de empresas, o líneas de ingreso dentro de la corporación Tibairá, ofreciendo este nuevo producto hacia el mercado nacional e internacional, que se ha identificado con miras a la diversificación de los ingresos del sector apícola.

**Impacto científico, tecnológico o de innovación:** Se generará nuevo conocimiento a partir de la aplicación de los diferentes métodos de diseño aplicados y la preparación de materiales compuestos con insumos naturales que lleven al desarrollo de colmenas funcionales, eco ambientales y ergonómicas. Desde el punto de vista de investigación se presenta la novedad de desarrollar materiales compuestos que cumplan las características óptimas de las colmenas y por otra parte desde el punto de innovación lograr el diseño de un nuevo tipo de colmena más ergonómica y funcional que permita su manipulación, lo cual trae consigo la necesidad de estructurar nuevos procesos de diseño y desarrollo de producto.

Los resultados esperados responderían al objeto del proceso de innovación, el cual es diseñar colmenas de manera que permitirían además de mejorar la sobrevivencia de las abejas, estimular la producción de miel. Esta novedad tecnológica llevará a que se realice la solicitud de registro de propiedad intelectual.

**Impactos sobre el medio ambiente:** Reducción en el consumo de recursos naturales, aprovechamiento sostenible de nuevos recursos naturales, Sectoriales, regionales. Se podrá generar conocimiento resultado de la aplicación de procesos como extracción, purificación, y tratamiento sobre las fibras de pseudoplatano y fique con el fin de que se adhieran a la matriz polimérica reciclada, ya que en cada uno de estos procesos se obtendrán datos de la caracterización para determinar aspectos físicos, químicos del material compuesto que se pudieran mejorar o desmejorar por la aplicación de cada uno de los procesos. De este modo, se impactará significativamente aportando a la reducción de la tala ilegal de árboles para el desarrollo de las colmenas, así como reducir los desperdicios de las actividades de la región como lo son el Pseudoplatano y fique, aportando a la reducción de desechos provenientes de las actividades agrícolas del departamento.

## REFERENCIAS

- [1] A. M. P. Ruiz, P. A. Ramos y J. A. T. Torres, «Generación de un material tri-compuesto de concreto con fibras de phormium tenax y resina poliéster, como alternativa sustentable para la fabricación de sistemas flotantes acuáticos aplicados a alojamientos vacacionales dentro del lago de Tota, Boyacá,» 13 septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://go.gale.com/ps/anonymou? id=GALE%7CA590858246&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=0122056X&p=IFME&sw=w>.
- [2] N. G. Rivera, E. Y. Gómez-Pachón y J. A. Torres, «Generación de un material compuesto a base de resina poliéster reforzada con residuos del maíz como alternativa sustentable en la fabricación de embarcaciones para el lago de Tota,» 25 octubre 2018. [En línea]. Available: [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2768/1/TGT\\_1401.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2768/1/TGT_1401.pdf).
- [3] C. G. Pedraza Abril, «CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA DEL PSEUDO TALLO DE PLÁTANO COMO REFUERZO Y DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO PARA FABRICACIÓN DE TEJAS,» 25 octubre 2019. [En línea]. Available: [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2768/1/TGT\\_1401.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2768/1/TGT_1401.pdf).
- [4] L. Vargas B., «Plan de Manejo Ambiental de la Reserva de la Sociedad Civil Páramo de los Agüeros,» Corpoboyacá, Tunja, 2017.
- [5] C. G. P. Abril, «CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA DEL PSEUDO TALLO DE PLÁTANO COMO REFUERZO Y DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO PARA FABRICACIÓN DE TEJAS,» 25 octubre 2019. [En línea]. Available: [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2768/1/TGT\\_1401.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2768/1/TGT_1401.pdf).
- [6] P. R. Sandoval, E. Y. Gómez-Pachón y E. d. J. Muñoz, «Obtención y caracterización de un biodegradable a partir de almidón de papa y polietileno de baja densidad por inyección,» *Informador Técnico*, vol. 79, n° 0122-056X, pp. 61-64, octubre 2015.
- [7] Wikipedia, «Pachavita,» 3 10 2019. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Pachavita>.
- [8] E. H. M. & Y. G. Schneider, 30 Julio 2018. [En línea]. Available: [https://www.inti.gov.ar/apitec/pdf/MaterialPromocion/folletos/06- cuadernillo\\_apicultor\\_webMielBeneficiosPropiedadesyUsos.pdf](https://www.inti.gov.ar/apitec/pdf/MaterialPromocion/folletos/06- cuadernillo_apicultor_webMielBeneficiosPropiedadesyUsos.pdf).
- [9] C. Zuluaga, *Valorización de polen apícola como alimento mediante el desarrollo de un proceso físico o biotecnológico*, Bogotá: Tesis Doctoral Universidad Nacional de Colombia, 2015.
- [10] P. Valdés, «Agrimundo, Inteligencia competitiva para el sector Agroalimentario,» 25 octubre 2018. [En línea]. Available: [http://www.agrimundo.gob.cl/wp-content/uploads/140218\\_boletin\\_apicultura\\_n1.pdf? fbclid=IwARIMIsdI7Rlvi5KLg0PI7QY1CkbP7unVa6LDKLTks2CjvNVqie-AnMkr-czQ](http://www.agrimundo.gob.cl/wp-content/uploads/140218_boletin_apicultura_n1.pdf? fbclid=IwARIMIsdI7Rlvi5KLg0PI7QY1CkbP7unVa6LDKLTks2CjvNVqie-AnMkr-czQ).
- [11] M. A. V. G. Louveaux J, «Methods of Melissopalinalogy: 1978,» *Bee World*, vol. 59, n° 4, pp. 139-157, 2015.
- [12] M. P. O. T. y A. M. G. O. Guillermo Salamanca Grosso, «Sistema trazable en el proceso de extracción y beneficio del polen corbicular colectado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en la zona Altoandina de Boyacá, Colombia,» *Zootecnia Trop*, vol. 29, n° 1, pp. 127-138, 2011.
- [13] ASOAPIBOY, «ASOAPIBOY trabajo apícola responsable,» 27 noviembre 2019. [En línea]. Available: [https://comproagro.com/usuarios/ver\\_perfil/16767/](https://comproagro.com/usuarios/ver_perfil/16767/).
- [14] J. A. Vivas R., «Experiencias con materiales alternativos para fabricar colmenas (correspondencia personal),» Tizimín, Yucatán (México), 1999.

# EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE USO DE VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS Y SUS SUBPRODUCTOS COMO INGREDIENTES ALIMENTARIOS Y BIOMATERIAL PARA LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES DE EFLUENTES LÍQUIDOS

## **Autores**

Diego A. Morales-Urrea

Alex López-Córdoba

## **Correo electrónico**

diego.morales06@uptc.edu.co

## **Grupo de Investigación**

BIOECONOMÍA Y SOSTENIBILIDAD  
AGROALIMENTARIA

## **Programa**

Administración de Empresas  
Agropecuarias

## INTRODUCCIÓN

Las peroxidasas son hemoproteínas que catalizan reacciones de oxidación de compuestos orgánicos con peróxidos orgánicos y de hidrógeno, como aceptor de electrones [1]. Estas se encuentran como isoenzimas en diversos materiales vegetales tales como la papa, la palma excelsa, el rábano picante, la soya, entre otros [2,3]. Recientemente, se ha incrementado el uso de enzimas peroxidasas como una alternativa ecológica para la eliminación de contaminantes tóxicos y xenobióticos, tales como los compuestos fenólicos y los colorantes orgánicos [3–5]. No obstante, los costos de comercialización de estos biocatalizadores suelen ser muy elevados, por lo que se ha intensificado el uso de extractos enzimáticos a partir de materiales de alta oferta o de subproductos dentro de la cadena productiva agroindustrial para desarrollar procesos de remediación ambiental económicamente viables [2,3].

La papa es una potencial fuente de peroxidasas [6]. Este es uno de los alimentos más cultivados en todo el mundo [7]. De acuerdo con Waqas et al. [8], cerca de 388,2 millones de toneladas de papa son cultivadas en el mundo. En América Latina pueden encontrarse alrededor de 5000 variedades de papa [9]. En Colombia, el 63% de la producción de papa se concentra en los departamentos de Cundinamarca (37%; 997.816 t) y Boyacá (27%; 725.222 t), prioritariamente como uso alimentario [10]. En el país, los niveles de transformación de la papa en productos con valor agregado son bajos, debido principalmente a la falta de infraestructura, el desconocimiento de sus propiedades y aplicaciones, y la falta de desarrollo tecnológico [10,11]. Esta problemática genera consecuencias tales como pérdidas poscosecha, limitaciones en el acceso a nuevos mercados, pocas ventas y bajos ingresos para los productores [12]. Asimismo, durante el procesamiento de la papa se generan subproductos que pueden ser aprovechados para usos alimentarios y no alimentarios [13]. No obstante, no se conocen estudios extensivos acerca de la aplicación de los mismos, por ejemplo, como biorremediadores de contaminantes de efluentes líquidos.

En el presente trabajo se propuso a la pulpa de papa como una fuente de extracto enzimático ecoamigable para la remoción de un contaminante industrial modelo (Orange II).



## OBJETIVO

Estudiar la pulpa de papa como fuente de peroxidasa para la remoción de un colorante industrial

° Analizar la actividad peroxidasa de la pulpa de papa liofilizada a diferentes pH.

° Estudiar la remoción del colorante industrial orange II en la presencia de la pulpa de papa liofilizada.

## ANTECEDENTES

Las aguas residuales industriales son aguas resultantes de procesos de la industria caracterizadas por contener compuestos recalcitrantes, químicos sintéticos, colorantes, pesticidas, entre otros [14].

Los colorantes azo son un grupo de contaminantes xenobióticos muy presente en las aguas residuales industriales. Cerca del 10% de los colorantes producidos en el mundo se pierden en los efluentes líquidos durante su fabricación y los procesos de aplicación. Entre estos compuestos se destaca el orange II (OII). Éste se caracteriza por su elevada solubilidad en agua y su resistencia a muchos procesos de degradación tales como los tratamientos biológicos convencionales, la degradación por luz, la oxidación por  $O_2$ , y a la hidrólisis catalizada por ácidos o bases comunes.

El tratamiento de estos efluentes es fundamental para la protección y conservación del ambiente. Estos tratamientos implican métodos físicos, químicos, biológicos y la combinación de éstos [15]. Los métodos físicos transfieren los contaminantes a otros medios requiriendo tratamientos posteriores. Por su parte, los biológicos y químicos transforman o descomponen los contaminantes [15]. Estos métodos son muy eficientes pero con alto costo operativo e impacto ambiental.

**Catálisis enzimática:** Las enzimas son principalmente proteínas que catalizan las reacciones bioquímicas llevadas a cabo en las células de los organismos [15]. La catálisis enzimática estudia la química y la dinámica de los contactos directos entre un sustrato y el sitio activo de una enzima.

---

Una de las principales características de las enzimas es la capacidad de catalizar reacciones específicas de uno o un grupo de sustratos (a esta propiedad se le denomina especificidad), por lo que son muy utilizadas en la industria farmacéutica y de alimentos [16]. La Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular clasifica las enzimas según su especificidad en i) transferasas, ii) hidrolasas, iii) Liasas, iv) isomerasas, v) ligasas y vi) oxidoreductasas [15].

Las oxidoreductasas son enzimas que catalizan reacciones de oxidación/reducción. Las peroxidasas es un grupo de enzimas oxidoreductasas muy eficientes en la oxidación de colorantes industriales y compuestos fenólicos con peróxido de hidrógeno [15,17]. Éstas se encuentran en vegetales (savia de la higuera, raíces de rábano picante, papa, entre otros) y animales (leucocitos, reinos de plasma sanguíneo, leche, levaduras, entre otros) [15].

Kurnik et al. [18] emplearon la pulpa de papa comercial como fuente de peroxidasa para remover 2,4-Diclorofenol (DCF). De acuerdo a los autores, se alcanzó una eliminación de hasta el 98% del contaminante industrial. Además, concluyeron que las condiciones de la reacción fueron cruciales (pH y concentraciones de sustrato y agente oxidante). Por ejemplo, la mayor remoción de DCF (98%) se logró a pHs entre 4-10 y concentraciones de DCF entre 1-3 mM y de P de 2,9 mM. Cabe destacar que, bajo las condiciones anteriores, pero en ausencia de P, la máxima eliminación de DFC fue cercana al 50%, sugiriendo la existencia de fenómenos de sorción.

**Biadsorción:** La adsorción es un fenómeno de superficie que consiste en la capacidad que tienen los sólidos para adherir los átomos, iones y las moléculas de una sustancia [19]. Este método es muy empleado en el tratamiento de efluentes líquidos debido a su simplicidad y efectividad en la remoción de contaminantes [19]. Actualmente, se ha empleado el término de bioadsorción para referirse al uso de biomasa de subproductos agroindustriales para adsorber contaminantes, buscando procesos económicamente viables.

Stavrinou et al. [20] utilizaron cáscaras de banano (CB), pepino (CP) y papa secada y pulverizada (CPP) para adsorber los colorantes orange 10 (O10) y azul de metileno (AM). De acuerdo a los resultados reportados, la máxima remoción de O10 (CB= 45%; CP= 75%; CPP= 60%) y AM (CB= 90%; CP=60% %; CPP= 80%) fue a pH 2 y 6, respectivamente. Además, indicaron que la adsorción aumentaba como función de la cantidad de bioadsorbente empleado y el tiempo de contacto.



## METODOLOGÍA

Los experimentos se realizaron empleando pulpa de papa (variedad pastusa) deshidratada en un liofilizador BUCHI Lyovapor L-200 (Flawil, Suiza), bajo las siguientes condiciones:  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una presión de cámara de  $0,1\text{ mbar}$  durante  $48\text{ h}$ . La pulpa de papa liofilizada (PPL) fue molida y tamizada hasta obtener un polvo homogéneo de  $1\text{ mm}$  de tamaño medio de partícula.

La actividad enzimática de PPL fue estudiada mediante la oxidación de ABTS (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EE.UU.) con peróxido de hidrógeno (Panreac, Barcelona, España). Todos los experimentos fueron llevados a cabo en cubetas de cuarzo de  $4\text{ mL}$  y  $1\text{ cm}$  de ancho, a temperatura ambiente ( $T = 20 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y pH entre  $3$  y  $9$  (solución tampón fosfato,  $100\text{ mM}$ ). Esta reacción genera radicales  $\text{ABTS}^{\bullet+}$ , que son detectados mediante espectrofotometría a  $420\text{ nm}$ . Los ensayos consistían en mezclar cantidades adecuadas de PPL ( $25\text{ mg}$ ) con soluciones madre de ABTS ( $0,1 - 0,5\text{ mM}$ ) y P ( $0,05 - 1,30\text{ mM}$ ), ambas preparadas en tampón fosfato al pH de estudio ( $3 - 9$ ). El volumen total de la mezcla de reacción fue  $3,2\text{ mL}$ . Durante esta reacción, se oxida un electrón de ABTS formando un radical metaestable  $\text{ABTS}^{\bullet+}$ , el cual se midió a  $420\text{ nm}$  ( $A_{420}$ ) en función del tiempo ( $t$ , min) en un espectrofotómetro X-ma 1200. Los ensayos se llevaron a cabo hasta que la  $A_{420}$  (u.a) se hizo constante. La velocidad inicial de formación de radicales  $\text{ABTS}^{\bullet+}$  ( $v$ ,  $\text{mM}/\text{min}$ ) se obtuvo a partir de la pendiente de la fracción lineal de la curva de  $A_{420}$  contra  $t$ . El coeficiente de extinción molar para  $\text{ABTS}^{\bullet+}$  fue  $\epsilon_{\text{ABTS}^{\bullet+}} = 31 \pm 1\text{ u.a}/\text{mM}/\text{cm}$ .

Se estudió la capacidad de PPL para oxidar OII en presencia de P acorde a trabajos previos [15]. Además, en paralelo se realizaron ensayos de remoción de OII en ausencia de P para observar la capacidad de PPL de adsorber OII. Los ensayos de oxidación de OII consistían en poner en contacto  $100\text{ mg}$  de PPL con soluciones de OII ( $0,152\text{ mM}$ ) y P ( $0,09$  y  $1,70\text{ mM}$ ), preparados en BF ( $100\text{ mM}$ ) a pH entre  $5$  y  $9$ . El volumen total de la mezcla de reacción fue  $6,6\text{ mL}$ . Las muestras fueron incubadas durante  $0,5$  y  $1\text{ h}$  a temperatura ambiente ( $22 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). A tiempos definidos, se tomaba  $1\text{ mL}$  de muestra desde la mezcla de reacción, que se introducía en una celda espectrofotométrica de metacrilato de  $2\text{ mL}$ . La absorbancia a  $485\text{ nm}$  era registrada en un espectrofotómetro X-ma 1200. Luego, la muestra era devuelta a la mezcla de reacción. La velocidad inicial de decoloración de S ( $V_{OD}$ ,  $\text{u.a}/\text{min}$ ) se obtuvo a partir de la pendiente de la porción lineal de la curva de absorbancia ( $A$ ,  $485\text{ nm}$ ) en función del tiempo ( $t$ , min). A partir de los resultados obtenidos se calculó la máxima remoción de S ( $R_s$ , %) como se muestra en la ec. (1):

$$R_s = (A_{(0)} - A_{(f)}) / A_{(0)} \times 100(1)$$

donde  $A_{(0)}$  (u.a) y  $A_{(f)}$  (u.a) son la absorbancia inicial y final a  $485\text{ nm}$ , respectivamente.

## RESULTADO

La Figura 1 muestra un ejemplo típico de la oxidación de ABTS con peróxido de hidrógeno (P) en presencia de PPL. La concentración de  $[\text{ABTS}^{\bullet+}]$  incrementó en función del tiempo hasta alcanzar un cierto valor final que se hizo estable en las condiciones ensayadas. Según Kadnikova et al. [21], este es un comportamiento propio de la oxidación de ABTS en presencia de peroxidasas.

La Fig. 2 muestra la influencia de las concentraciones iniciales de ABTS [S] y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> [P] en la actividad peroxidasa de PPL. Los resultados muestran que  $v$  aumentó en función de [P] y [S] dentro del rango estudiado (Fig. 2a). Varios autores informaron de este efecto de [P] y [S] sobre la actividad enzimática del tomate [22] y la col roja [23]. Figura 2b muestra que  $v$  incrementó como función de [P]/[S] hasta un valor cercano a 1 – 2 mmol/mmol, luego se observó un notable decaimiento de los valores de  $v$  debido al efecto inhibitorio de las altas concentraciones de P, en concordancia a lo observado en trabajos anteriores en donde se estudió la oxidación del colorante orange II con P catalizado por una enzima peroxidasa comercial [3]. Varios autores han reportado que las peroxidasas pueden ser inhibidas debido a la formación de un complejo inactivo enzima-peróxido a altas concentraciones iniciales del oxidante [3,24].

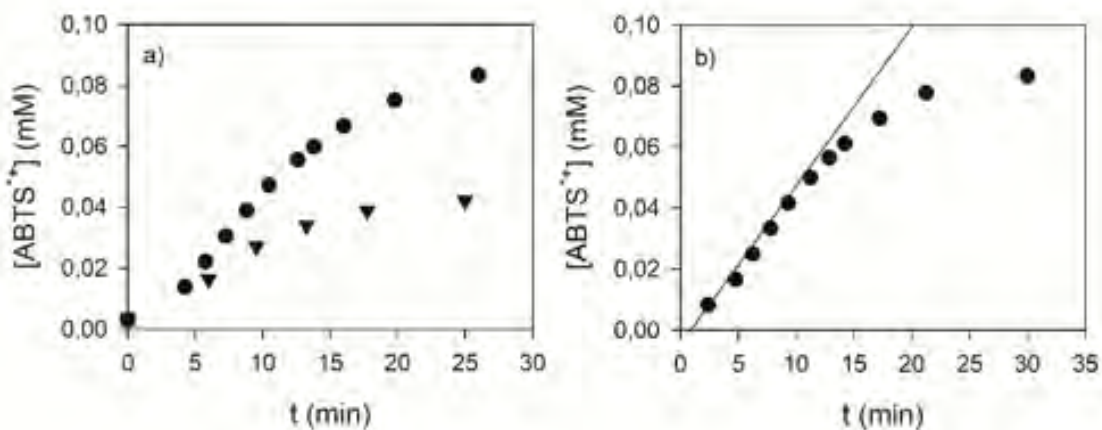


Fig. 1. a) Ejemplo de la oxidación de ABTS en presencia de PPL. Condiciones de reacción: Concentraciones iniciales de PPL = 7,81 g/L, P = 1,63 mM y ABTS = 0,2 mM (puntos negros) y 0,1 mM (triángulos negros). b) Ejemplo del cálculo de la velocidad inicial de formación de ABTS•+ ( $v$ , mM/min). La línea continua indica la porción lineal de la curva: la pendiente de esta línea corresponde a  $v$ .

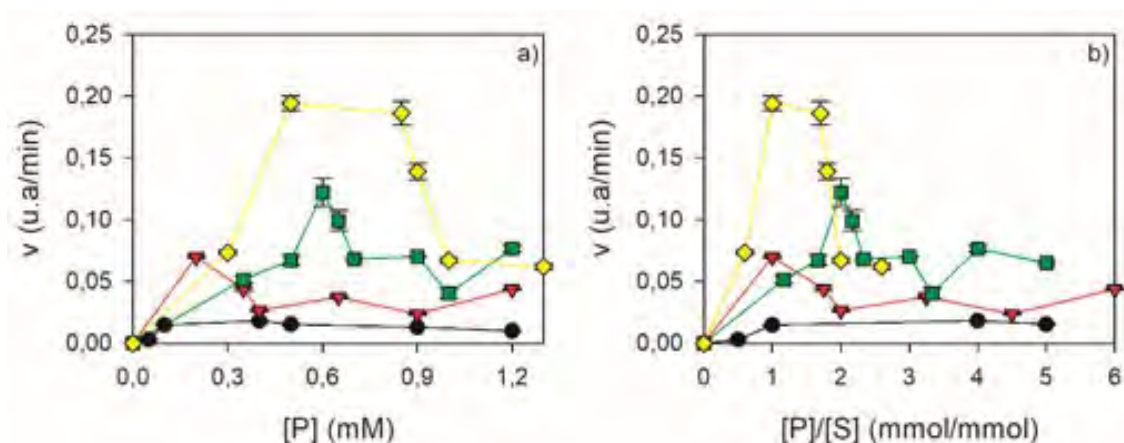


Fig. 2. Efecto de las concentraciones iniciales de peróxido de hidrógeno [P] y ABTS [S] sobre  $v$ . En todos los casos, la concentración de PPL fue 7,81 g/L, pH = 5. [S] = 0,10 mM (negro), 0,20 mM (rojo), 0,30 mM (verde) y 0,50 mM (amarillo). Las barras representan la desviación estándar.

La Figura 3 muestra la oxidación de ABTS a diferentes valores de pH. En general, se observó un incremento notorio en los valores de  $v$  a pH 5. Resultados similares fueron reportados por Xu et al. [4,5] empleando una peroxidasa comercial. Los resultados también mostraron un efecto inhibitorio sobre  $v$  por las altas concentraciones de P, en concordancia con lo observado en la Fig. 2.

La Figura 4 muestra que el valor más alto de la velocidad inicial de decoloración de OII (VOD, u.a/min) se obtuvo a pH 9, empleando un rango de P<sub>0</sub>/S<sub>0</sub> = 10 mol/mol. Además, se observó que, para P<sub>0</sub>/S<sub>0</sub> = 10 mol/mol, el valor de VOD a pH 9 fue, aproximadamente, 5 veces más alto que a pH 7.

Este resultado es muy similar al reportado por Morales-Urrea et al. [3] durante la decoloración de OII con P en presencia de una HRP comercial. Estos autores informaron que la actividad enzimática aumentó hasta ocho veces cuando el pH se incrementó de 7 a 9.

La Figura 5 muestra los valores de la remoción de OII (RS, %) en presencia y ausencia de P, a pH 9. En general, los resultados indicaron que RS incrementó progresivamente cuando los valores de P0 aumentaron desde 0,15 ( $3 \pm 6$  %) hasta 1,51 mM ( $62 \pm 3$  %). Luego tuvo una disminución muy notoria para P0 = 1,70 mM ( $40 \pm 4$  %). Esto podría deberse al efecto inhibitorio de la enzima por las altas concentraciones iniciales de P. La Figura 5 también muestra que la máxima remoción de OII ( $62 \pm 3$  %) se obtuvo para valores de P0/S0 = 10 mol/mol. Este valor es casi 10 veces mayor que el reportado por Morales-Urrea et al. [3] durante la oxidación enzimática de orange II con HRP comercial. Este resultado podría asociarse a la actividad catalásica de la enzima (transformación de peróxido de hidrógeno en oxígeno y agua) que podría deberse a la presencia de impurezas en la preparación de los extractos enzimáticos. Cabe destacar que, a diferencia del presente estudio, Morales-Urrea et al. [3] emplearon una HRP comercial, la cual es de alta pureza. Chiong et al. [25] estudiaron la decoloración de soluciones de naranja de metilo con una peroxidasa obtenida de extractos de cáscara de soja. Los autores reportaron remociones de hasta el 81% del colorante empleando valores de P0/S0 = 22 mol/mol, siendo casi dos veces mayor que al reportado en el presente trabajo. La Figura 5 también muestra que la remoción de S se debía a la acción enzimática y a la capacidad bioadsorbente de PPL. Los resultados mostraron que, en ausencia de P, el valor de RS fue  $20,38 \pm 8,78$  %, siendo cerca del 35 % de la remoción total del colorante. Kurnik et al. [18] reportaron la misma contribución de adsorción en la oxidación enzimática de 2,4-diclorofenol con pulpa de papa industrial. Los resultados obtenidos demostraron que PPL tiene la capacidad de catalizar la oxidación enzimática de orange II con peróxido de hidrógeno. Pero que, además, la remoción también podría deberse a fenómenos de superficie.

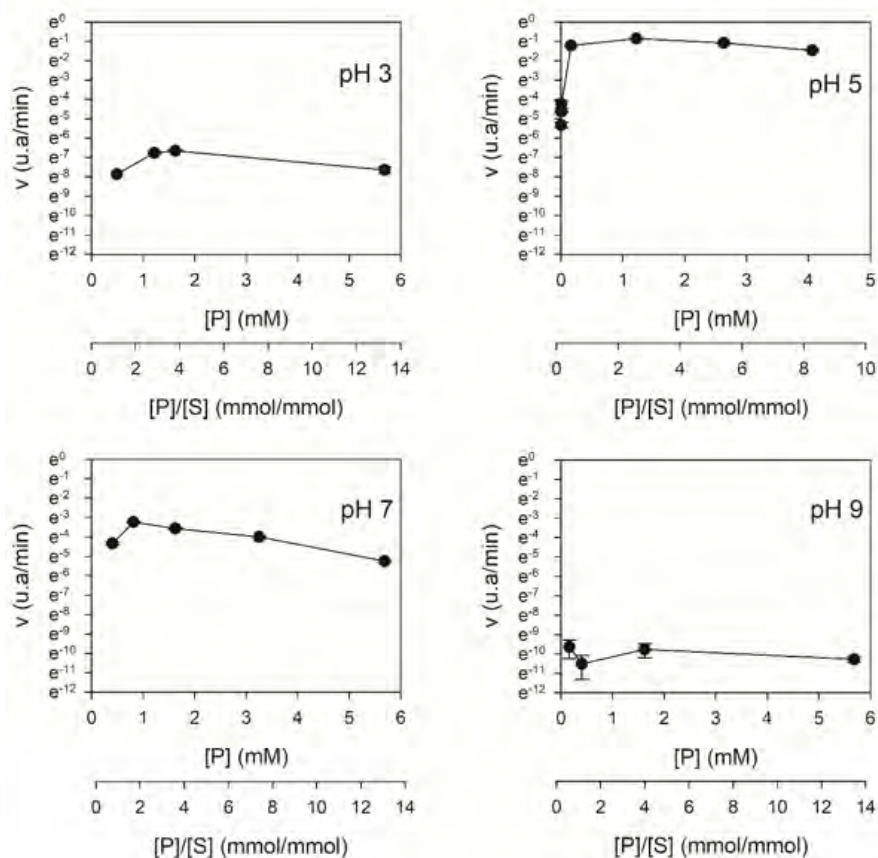


Figura 3. Efecto de la concentración inicial de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> [P] sobre la velocidad inicial de oxidación de ABTS a distintos pH. En todos los ensayos las concentraciones de ABTS y PPL fueron 0,47 mM y 7,81 g/L, respectivamente.

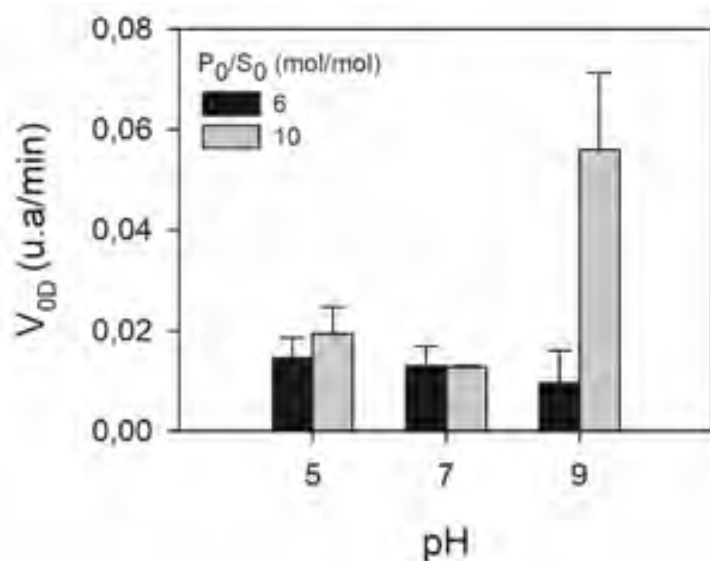


Figura 4. Efecto del pH sobre la velocidad inicial de decoloración de S ( $V_{0D}$ , u.a./min). En todos los ensayos: Concentración de PPL = 15,15 g/L, OII0 = 0,15 mM,  $P_0 = 0,91$  (Barras negras) y 1,51 (Barras grises) mM.  $t = 0,5$  h.

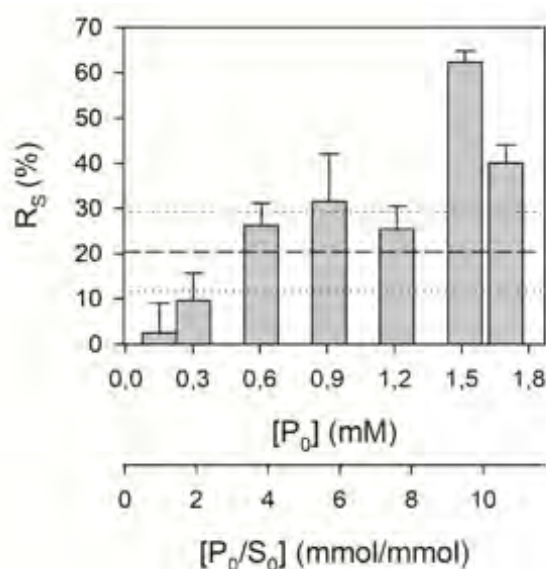


Figura 5. Remoción de orange II ( $R_S$ ) en presencia y ausencia de peróxido de hidrógeno ( $P$ ). Las barras indican los valores de  $R_S$  en presencia de  $P$ . La línea discontinua indica el valor de  $R_S$  en ausencia de  $P$ . Las líneas de punto indican la desviación estándar ( $\pm 8,78$  %) del valor de  $R_S$  en ausencia de  $P$ . Las líneas de barras indican la desviación estándar de  $R_S$  en presencia de  $P$ . En todos los ensayos: Concentración de PPL = 15,15 g/L, OII0 = 0,15 mM, pH 9,  $t = 1$  h.

## IMPACTOS ESPERADOS

Este estudio muestra que la papa es una potencial fuente de enzima peroxidasa y que además tiene la capacidad para eliminar contaminantes industriales, como el orange II, mediante oxidación enzimática y bioadsorción, aportando valor agregado al uso de esta en nuevas tecnologías.



## REFERENCIAS

1. Hiner, A.N.P.; Rodríguez-López, J.N.; Arnao, M.B.; Lloyd-Raven, E.; García-Cánovas, F.; Acosta, M. Kinetic Study of the Inactivation of Ascorbate Peroxidase by Hydrogen Peroxide; 2000; Vol. 348.
2. Cuadrado, N.H.; Zhadan, G.G.; Roig, M.G.; Shnyrov, V.L. Suicide Inactivation of Peroxidase from *Chamaerops Excelsa* Palm Tree Leaves. *Int J Biol Macromol* 2011, 49, 1078–1082, doi:10.1016/j.ijbiomac.2011.09.001.
3. Morales Urrea, D.A.; Haure, P.M.; García Einschlag, F.S.; Contreras, E.M. Horseradish Peroxidase-Mediated Decolourization of Orange II: Modelling Hydrogen Peroxide Utilization Efficiency at Different PH Values. *Environmental Science and Pollution Research* 2018, 25, 19989–20002, doi:10.1007/s11356-018-2134-8.
4. Xu, R.; Si, Y.; Li, F.; Zhang, B. Enzymatic Removal of Paracetamol from Aqueous Phase: Horseradish Peroxidase Immobilized on Nanofibrous Membranes. *Environmental Science and Pollution Research* 2015, 22, 3838–3846, doi:10.1007/s11356-014-3658-1.
5. Xu, R.; Chi, C.; Li, F.; Zhang, B. Immobilization of Horseradish Peroxidase on Electrospun Microfibrous Membranes for Biodegradation and Adsorption of Bisphenol A. *Bioresour Technol* 2013, 149, 111–116, doi:10.1016/j.biortech.2013.09.030.
6. Leon, J.C.; Alpeeva, I.S.; Chubar, T.A.; Galaev, I.Y.; Csoregi, E.; Sakharov, I.Y. Purification and Substrate Specificity of Peroxidase from Sweet Potato Tubers;
7. FOA Production Indices Available online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QI> (accessed on 30 June 2022).
8. Waqas, M.S.; Cheema, M.J.M.; Hussain, S.; Ullah, M.K.; Iqbal, M.M. Delayed Irrigation: An Approach to Enhance Crop Water Productivity and to Investigate Its Effects on Potato Yield and Growth Parameters. *Agric Water Manag* 2021, 245, doi:10.1016/j.agwat.2020.106576.
9. Lutaladio, N.B.; Castaldi, L. Potato: The Hidden Treasure. *Journal of Food Composition and Analysis* 2009, 22, 491–493.
10. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Cadena de La Papa Available online: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Papa/Documentos/2020-09-30 Cifras Sectoriales.pdf> (accessed on 1 November 2020).
11. Calliope, S.R.; Lobo, M.O.; Sammán, N.C. Biodiversity of Andean Potatoes: Morphological, Nutritional and Functional Characterization. *Food Chem* 2018, 238, 42–50, doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.074.
12. Devaux, A.; Ordinola, M.; Horton, D. Innovation for Development: The Papa Andina Experience; 2011; ISBN 9789290604105.
13. Torres, M.D.; Domínguez, H. Valorisation of Potato Wastes. *Int J Food Sci Technol* 2020, 55, 2296–2304, doi:10.1111/ijfs.14228.
14. Mandal, T.; Maity, S.; Dasgupta, D.; Datta, S. Advanced Oxidation Process and Biotreatment : Their Roles in Combined Industrial Wastewater Treatment. *DES* 2010, 250, 87–94, doi:10.1016/j.desal.2009.04.012.
15. Morales-Urrea, D.; Contreras, E.M. Desarrollo de biocatalizadores inmovilizados para el tratamiento de efluentes líquidos industriales. 2020.
16. Perry Frey Enzymatic Reaction Mechanisms; Oxford University Press: New York, 2007;
17. Cabrera, C.; Cornaglia, A.; Córdoba, A.; Magario, I.; Lujan, M. Kinetic Modelling of the Hematin Catalysed Decolourization of Orange II Solutions. *Chem Eng Sci* 2017, 161, 127–137, doi:10.1016/j.ces.2016.11.049.
18. Kurnik, K.; Treder, K.; Twarużek, M.; Grajewski, J. Potato Pulp as the Peroxidase Source for 2, 4-Dichlorophenol Removal. *Waste Biomass Valorization* 2017, 0, 0, doi:10.1007/s12649-017-9863-7.
19. Talu, O. Net Adsorption of Gas/Vapor Mixtures in Microporous Solids. 2013.
20. Stavrinou, A.; Aggelopoulos, C.A.; Tsakiroglou, C.D. Exploring the Adsorption Mechanisms of Cationic and Anionic Dyes onto Agricultural Waste Peels of Banana, Cucumber and Potato: Adsorption Kinetics and Equilibrium Isotherms as a Tool. *Biochem Pharmacol* 2018, doi:10.1016/j.jece.2018.10.063.
21. Kadnikova, E.N.; Kostić, N.M. Oxidation of ABTS by Hydrogen Peroxide Catalyzed by Horseradish Peroxidase Encapsulated into Sol-Gel Glass. *Effects of Glass Matrix on Reactivity*, 2002; Vol. 18;
22. de los SANTOS, M.B.; Jacobi, S.S.; Miñarro, M. de la C.A.; Balsalobre, J.A.P.; Guillén, A.A.; Gorbe, M.I.F. Kinetic Characterization, Thermal and PH Inactivation Study of Peroxidase and Pectin Methylsterase from Tomato (*Solanum Betaceum*). *Food Science and Technology (Brazil)* 2020, 40, 273–279, doi:10.1590/fst.09419.
23. Fortea, M.I.; Pellicer, J.A.; Serrano-Martínez, A.; López-Miranda, S.; Lucas-Abellán, C.; Núñez-Delgado, E. Red Cabbage (*Brassica Oleracea*) as a New Source of High-Thermostable Peroxidase. *J Agric Food Chem* 2012, 60, 10641–10648, doi:10.1021/jf302483g.
24. Malomo, S.O.; Adeoye, R.I.; Babatundé, L.; Saheed, I.A.; Iniaghe, M.O.; Olorunniji, F.J. Suicide Inactivation of Horseradish Peroxidase by Excess Hydrogen Peroxide: The Effects of Reaction PH, Buffer Ion Concentration, and Redox Mediation; 2011; Vol. 23;
25. Chiong, T.; Lau, S.Y.; Lek, Z.H.; Koh, B.Y.; Danquah, M.K. Enzymatic Treatment of Methyl Orange Dye in Synthetic Wastewater by Plant-Based Peroxidase Enzymes. *J Environ Chem Eng* 2016, 4, 2500–2509, doi:10.1016/j.jece.2016.04.030.

# DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN, APOYADAS EN LAS HERRAMIENTAS 4.0, PARA LAS PYMES DEL SECTOR MANUFACTURERO DE LA PROVINCIA DEL TUNDAMA.

## **Autores**

Hilda Lucia Jiménez Orozco

Flor Marlen Avila Guerrero

## **Correo electrónico**

[hilda.jimenez@uptc.edu.co](mailto:hilda.jimenez@uptc.edu.co)

[flormarlen.avila@uptc.edu.co](mailto:flormarlen.avila@uptc.edu.co)

## **Grupo de Investigación**

GRINDEP

## **Programa**

Administración Industrial.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, Colombia se enfrenta al gran reto de fortalecer su crecimiento en pro de alcanzar el progreso acelerado de las nuevas tecnologías, mediante la implementación de las buenas prácticas permite a las empresas realizar procesos de gestión más eficientes, lo cual les reporta beneficios económicos, apoya el cuidado del medioambiente y genera una reputación que es reconocida por los clientes, incentivándoles a seguir consumiendo sus productos y servicios. Las pymes deben tener claro que la competitividad es el reto más importante que deben superar, por tanto, es necesario fortalecer su ventaja competitiva a través de la implementación de buenas prácticas de gestión mediante las herramientas 4.0. Por tanto, el objetivo de la presente investigación es diseñar una estrategia para la implementación de buenas prácticas de gestión, apoyadas en las herramientas 4.0, para las Pymes del Sector Manufacturero de la provincia del Tundama, para esto, el estudio de investigación es de tipo exploratorio, descriptivo y aplicado, con enfoque cualitativo, de carácter deductivo y corte transversal. Mediante la técnica de muestreo intencional o de conveniencia, se determina que los participantes corresponden a las Pymes del Sector Manufacturero de la provincia del Tundama.

Cabe resaltar que las buenas prácticas de gestión se fundamentan y desarrollan en la interacción de los agentes de la cadena productiva (o la cadena de valor), en consecuencia, es indispensable buscar el bienestar de los colaboradores que forman parte de la organización, dado que al contar con un alto compromiso empresarial será más sencillo y eficaz la implementación de estas, fortaleciendo la productividad y competitividad de las organizaciones.



## OBJETIVO

Diseñar una estrategia que permita implementar buenas prácticas de gestión, apoyadas en las herramientas 4.0, para las Pymes del Sector Manufacturero de la provincia del Tundama.

° Identificar buenas prácticas de gestión utilizadas en las empresas objeto de investigación.

° Diagnosticar el estado de implementación de las herramientas 4.0 en las empresas estudiadas.

° Diseñar la estrategia de gestión que permita la implementación de herramientas 4.0 en las empresas analizadas.

## ANTECEDENTES

El concepto de estrategia ha tenido a través del tiempo muchos usos y diversas aplicaciones, desde el campo militar, en el cual se dice que surgió, pasando por el político, administrativo, económico, religioso, cultural y social. La estrategia se constituye en un aspecto muy importante en las decisiones que deben tomar las personas que tienen a cargo la gestión organizacional, en la que hay recursos de todo tipo que deben ser utilizados en forma óptima para cumplir con las políticas y metas trazadas. (Sierra, 2013).

Actualmente, la palabra “estrategia” se considera un término relacionado directamente con innovación e inteligencia, junto con un adecuado manejo de información y conocimiento, sumado a lo anterior, la competencia ha desencadenado en una evolución en el ámbito de la toma de decisiones y de administración, lo cual a su vez, genera una mayor importancia en la creación de estrategias que permitan lograr con mayor eficacia lo propuesto.

Tabla 1. Algunos conceptos de estrategia

AUTOR	APORTE
Drucker (1954)	La estrategia requiere que los gerentes analicen su situación presente y que la cambien si es necesario. Parte de su definición partía de la idea que los gerentes deberían saber qué recursos tenía su empresa y cuáles debería tener.
Ansoff (1965)	La estrategia es el lazo común entre las actividades de la organización y las relaciones producto-mercado de tal manera que definan la esencial naturaleza de los negocios en que está la organización y los negocios que planea para el futuro.
Learned, Christensen, Andrews y Guth (1969)	La estrategia es el patrón de objetivos, propósitos o metas, políticas y planes esenciales para lograrlos, establecidos de tal manera que definan en qué clase de negocio está la empresa o quiere estar y qué clase de empresa es o quiere ser.

Mintzberg, Ahlstrand y Lampel (1998)	La estrategia se puede definir con cinco palabras: Plan, pauta de acción, patrón, posición y perspectiva.
Sol (1999)	Se refiere a Epaminondas (418 AC. – 362 AC) como un general y político tebano que hizo gala de todo su conocimiento para aplicar la estrategia del “orden oblicuo” y derrotar en forma contundente a los espartanos en la guerra de Leuctra (Tebas contra Esparta), pese a contar con un ejército menor en número, lo que corrobora que quien posee la estrategia adecuada es el que sobrevive y triunfa.
Vasconcellos (2001)	La estrategia es decidir dónde, cuándo y cómo enfrentar al enemigo. Decidir entre diferentes opciones es un dilema que sólo se discurre cuando se es capaz de analizar cada situación y tratar de establecer los beneficios que sobrevendrán de esa decisión.
Chandler (2003)	La estrategia es la determinación de las metas y objetivos de una empresa a largo plazo, las acciones a emprender y la asignación de recursos necesarios para el logro de dichas metas
Sun Tzu (2009)	Escribió el libro El arte de la guerra. La milicia es un Tao de engaños. Hace referencia a cómo el engaño es factible, siempre y cuando se cuente con las armas necesarias para poder soportarlo. Se trata de que el enemigo nunca conozca cuál es su verdadera situación y de esa forma no podrá estar preparado, tampoco, para cuando se le ataque; se debe constituir en una sorpresa.
Carneiro Caneda (2010)	La estrategia es la orientación en el actuar futuro, el establecimiento de un fin, en un plazo estimado como aceptable hacia el cual orientar el rumbo empresarial.
Maquiavelo (citado en Pérez, 2011)	La estrategia del engaño es lícita ya sea para atacar o para defenderse.

*Fuente: Elaboración propia a partir de autores citados*

De igual manera, en Colombia existen varios trabajos referentes a las pymes, por ejemplo, Velásquez (2004) estudia su estrategia, la estructura y las formas de asociación, Puyana (2004) trata su situación general, Blázquez et al. (2006) de sus factores de crecimiento, Alcalá (2011) sobre los problemas de sucesión, Botero, Álvarez & González et al. (2012) problemas de internacionalización, Vélez et al. (2008) su dinámica y Montoya & Castellanos et al. (2010) su competitividad. Lo anterior, implica un acercamiento al comportamiento de la pyme en el ámbito de estrategia organizacional. Por esto, las Pymes cada día hacen parte de esa gran torta de mercado, compitiendo por lograr un alto número de clientes redistribuyendo esos porcentajes (Sierra, 2013, p. 159).

---

En consecuencia, a partir de la inteligencia estratégica, los líderes deben implementar acciones en pro del crecimiento y sostenibilidad de la organización, es por esto, que las Pymes deben definir una planeación estratégica, vista como un proceso, un método y/o herramienta, enfocada en la visión y dirección de los objetivos propuestos, permitiendo así, tener una mayor sostenibilidad, con planes de acción a corto, mediano o largo plazo (Hernández, Trujillo & Narváez, 2020). La planeación estratégica permite trazar un plan más claro, teniendo presente las implicaciones de su entorno, de tal manera que los planes de acción realmente conduzcan a alcanzar las metas trazadas.

Así mismo, las pymes representan actores claves en el incremento del crecimiento potencial de América Latina. Se caracterizan por una gran heterogeneidad en su acceso a mercados, tecnologías y capital humano, además de su vinculación con otras empresas, lo cual afecta su productividad, capacidad de exportación y potencial de crecimiento (CEPAL, 2021).

Los principales obstáculos a los que se enfrentan los empresarios en Colombia son: La falta de demanda, El costo de materias primas, Estrategias agresivas de comercialización, Tipo de cambio, Contrabando, Infraestructura y costos logísticos, Incertidumbre tributaria, Capital de trabajo, legislación y cartera. A nivel nacional las empresas MiPymes representan el 94% de la fabricación en la red de negocios, solo producen el 15% del valor agregado del total de esta industria, mientras que las grandes corporaciones que representan el 6%, producen el 82% del valor agregado (DANE, 2018). En Colombia, las pequeñas empresas representan el 96% del tejido empresarial y aportan el 40% al PIB según la Asociación Colombiana de Micro, Pequeños y Medianos Empresarios (ACOPI, 2019). Estas tienen un bajo nivel de productividad, sin embargo, siguen siendo los mayores empleadores en el país.

## **METODOLOGÍA**

La investigación es de tipo exploratoria, descriptiva y aplicada, ya que parte de la identificación de buenas prácticas de gestión utilizadas en las pymes de la provincia del Tundama, el diagnóstico de su estado actual de implementación y el diseño de la estrategia que permita la articulación con las herramientas de la industria 4.0. Anudando a lo anterior, Esteban (2018) afirma:

La investigación exploratoria sirve para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular (...) La investigación aplicada está orientadas a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas, reglas tecnológicas actuales a la luz de los avances de la ciencia y la tecnología. (...) La investigación descriptiva recopila datos e informaciones sobre las características, propiedades, aspectos o dimensiones de las personas, agentes e instituciones de los procesos sociales. Así mismo, la investigación aplicada está orientadas a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas, reglas tecnológicas actuales a la luz de los avances de la ciencia y la tecnología (pp. 1-2).

El enfoque de Investigación es Cualitativo, debido a que da profundidad en los datos, se centra en la riqueza interpretativa y contextualización del entorno. Así mismo, utiliza la recolección de datos sin medición numérica para lograr el

---

objetivo definido y contribuir en la toma de decisiones (Sampieri & Lucio, 2003). De esta manera, se busca entender y definir una estrategia basada en las herramientas 4.0, que permita implementar buenas prácticas de gestión en las Pymes del Sector Manufacturero de la provincia del Tundama.

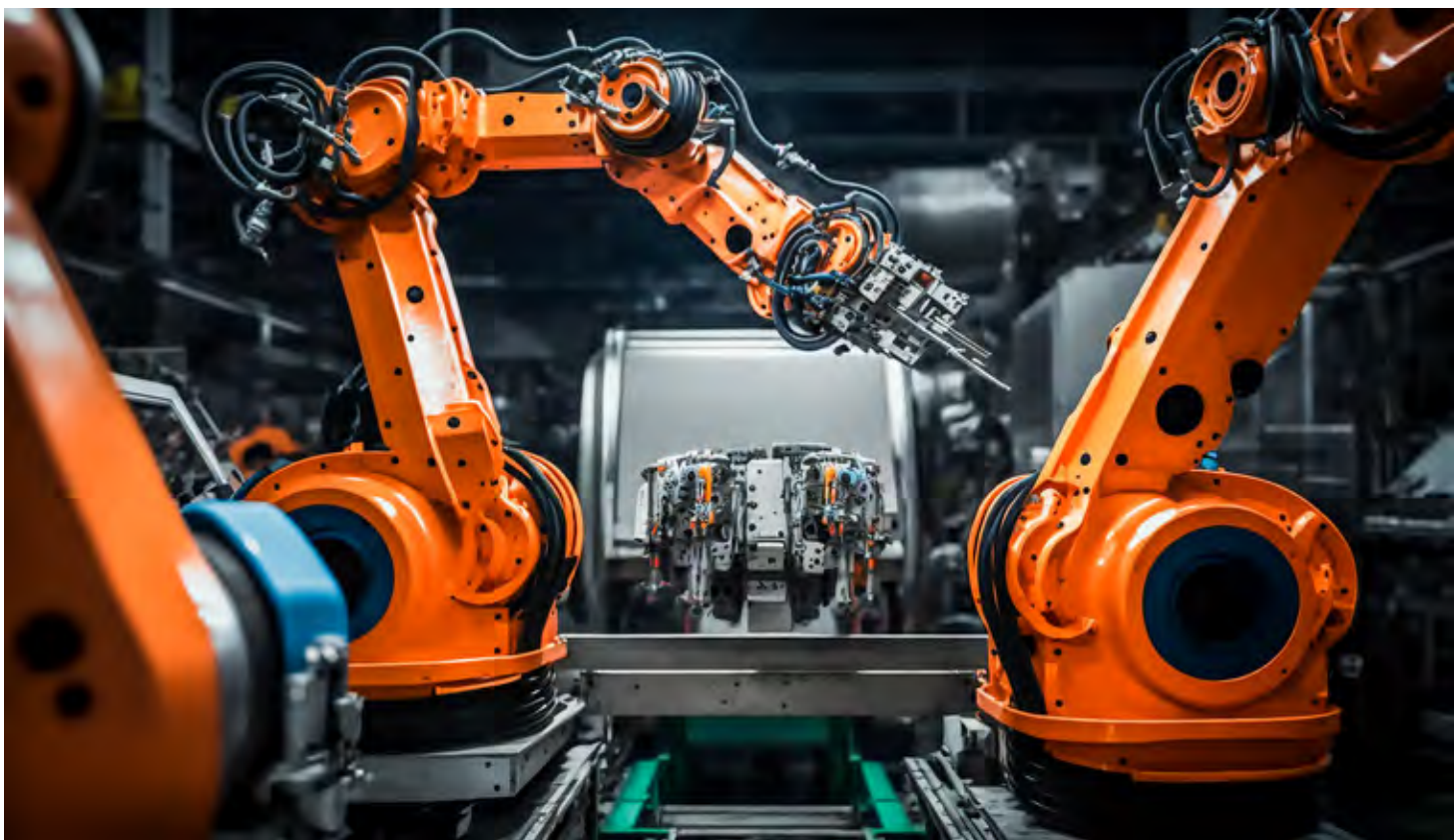
El método de Investigación deductivo, porque mediante la deducción se pasa de un conocimiento general a otro de menor generalidad, es decir, parte de lo general a lo particular, para el caso específico, las buenas prácticas de gestión y los beneficios de las herramientas 4.0, como base para la generación de una estrategia para las Pymes del Sector Manufacturero de la provincia del Tundama.

## RESULTADO

Dentro de los resultados esta la caracterización en cuanto a la apropiación de herramientas 4.0 en el caso de las pymes objeto de estudio; de esta manera se destaca que existe una necesidad de apoyo para la puesta en marcha de herramientas que propendan por mejorar sus condiciones y niveles de productividad; asimismo la generación de ventajas competitivas en un ambiente permeado por lo retos de la cuarta revolución industrial.

Desde el punto de vista conceptual se clarifica que las buenas prácticas, se pueden aplicar ampliamente y en diferentes industrias. En el mundo de los negocios, el término se aplica desde la gestión de proyectos hasta las funciones de auditoría o desarrollo de software, además, se ha demostrado que las mejores prácticas son la forma más eficiente de trabajar, ya que buscan hacer que lo que se esté aplicando funcione mejor, más rápido y de manera eficiente, evitando problemas y errores.

Los procesos de gestión empresarial son un pilar importante del éxito empresarial, por ello, el contar con manuales de funciones, de procesos, políticas laborales, objetivos claramente definidos y fomentar un ambiente de trabajo agradable entre otros aspectos, facilita la correcta ejecución de las actividades, genera compromiso en los empleados pero sobre todo satisfacción en los clientes, lo que a mediano y largo plazo se ve reflejado en réditos económicos para la empresa (Padilla et al., 2018).



---

De manera general, cabe destacar algunas características de las buenas prácticas, las cuales: logran un resultado exitoso, son sostenibles en el tiempo, manteniéndose y produciendo efectos duraderos, innovadoras, disminuyen el riesgo, responden a necesidades específicas, alegan a perspectivas claras del problema, sistematizan procesos y resultados y tienen presente la evaluación, retroalimentación y reorganización de las acciones.

## IMPACTOS ESPERADOS

Se esperan generar impactos desde lo social, empresarial y educativo; en el primero de ellos puesto que es un aporte en reconocer la forma como impacta el desarrollo empresarial para la estabilidad y dinámica social; referente a lo segundo, donde las pymes serán las directamente involucradas con la propuesta; y lo tercero, puesto que permitirá a la academia analizar la pertinencia de la oferta educativa.

## REFERENCIAS

- Álvarez, L. F. (2017). *Modelos de Gestión*.
- CEPAL, N. (2019). *Industria 4.0: oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe*. Cepal.org. 2021. *Acerca de Microempresas y Pymes | Static Page | Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. [online] Available at: <<https://www.cepal.org/es/temas/pymes/acerca-microempresas-pymes>> [Accessed 8 November 2021].
- Esteban Nieto, N. (2018). *Tipos de investigación*.
- Gómez R., H. J. (2009). *Desarrollar destrezas para la competitividad de Colombia*. - Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Recuperado 9 de noviembre de 2021, de <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-183961.html>
- Hernández Castro, G. A., Trujillo López, M., & Narváez Álvarez, E. F. (2020). *Planificación estratégica aplicada a pequeñas y mediana empresas (Doctoral dissertation, Universidad Santiago de Cali)*.
- Hernández, C. E., & Carpio, N. (2019). *Introducción a los tipos de muestreo*. ALERTA Revista Científica Del Instituto Nacional de Salud, 2(1), 75-79. <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>
- Huergo, J. (2004). *Los procesos de gestión*. Recuperado de <http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/univpedagogica/especializaciones/seminario/materialesparadescargar>.
- Internet Of Things: Aumenta el uso de IoT en las empresas (27 de abril de 2020)* <https://www.america-retail.com/internet-of-things/internet-of-things-aumenta-el-uso-de-iot-en-las-empresas/>
- INFAIMON (2018). *Qué es la industria 4.0*. Obtenido de <https://blog.infaimon.com/que-es-la-industria-4-0/>
- Labarca, N. (2007). *Consideraciones teóricas de la competitividad empresarial*. Omnia, 13(2), 158-184.
- Luthra, S., Mangla, S. (2018). *Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies*. Process Safety and Environmental Protection, 117, 168-179.
- MinComercio. (2019). *Ley 905 de agosto 2 de 2004*. Obtenido de *Definición Tamaño Empresarial Micro, Pequeña y Mediana o Grande*: <http://www.mipymes.gov.co/temas-de-interes/definicion-tamano-empresarial-micro-pequena-media>
- Montoya, A., Montoya, I., & Castellanos, O. (2010). *Situación de la competitividad de las Pyme en Colombia elementos actuales y retos*. Agronomía Colombiana, 28(1), 107-117.
- Padilla, M., Quispe, A., Nogueira, D., Hernández, A. & Moreno, K. (2018). *El emprendimiento como gestión empresarial para un desarrollo sostenible*. Ingeniería Industrial, 39(2), pp. 196-203.
- Sampieri, R., Collada, C., & Lucio, P. (2003). *El proceso de investigación y los enfoques cuantitativo y cualitativo hacia un modelo integral*. Metodología de la investigación. México DF: McGraw-Hill Interamericana, 14-5.
- Sierra, E. R. C. (2013). *El concepto de estrategia como fundamento de la planeación estratégica*. Pensamiento & gestión, (35), 152-181.
-

# DESARROLLO DE UN SERIOUS GAME EN ENTORNOS DE REALIDAD VIRTUAL, APLICADO A LA ENSEÑANZA DE GEOMETRÍA DESCRIPTIVA EN ESTUDIANTES DE DISEÑO INDUSTRIAL E INGENIERÍA ELECTROMECHANICA DE LA U.P.T.C

## **Autor**

Fidel Alfonso Romero Toledo

## **Correo electrónico**

fidel.romero@uptc.edu.co

## **Grupo de Investigación**

GridsE

## **Programa**

Ingeniería Electromecánica

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación es desarrollar un SERIOUS GAME en entornos de realidad virtual y módulos 3D, el cual será aplicado a la enseñanza de geometría descriptiva en estudiantes de Diseño industrial e Ingeniería Electromecánica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sede Duitama.

Se realizará una investigación de tipo aplicada, con corte transversal y variables mixtas para establecer el grado de satisfacción del seriuos game en los estudiantes, frente al aprendizaje de la asignatura. Para el desarrollo de esta herramienta tecnológica se hará uso de software de modelado tridimensional, renderizado y programación de códigos, tales como: BLENDER, GAME ENGINE, PYTHON, UNITY Y CYCLES. El proyecto se desarrollará en la tecnología de realidad virtual inmersiva con el uso de gafas de realidad virtual Oculus Rift y sensores de leap motion, en un espacio cerrado en la facultad seccional Duitama y sonido aislado donde el estudiante no tenga con contacto con el exterior.

Este laboratorio contará con las ventajas de inmersión completa virtual, interacción y retroalimentación virtuales. El sistema de desarrollo cumplirá con todas las normas técnicas, ergonómicas y de seguridad industrial que establezca la universidad y los entes territoriales. Finalmente, con la realización de este proyecto se espera encontrar una herramienta digital que permita facilitar y mejorar los resultados de aprendizaje en la enseñanza de geometría descriptiva y de esta manera contribuir en la implementación de metodologías de enseñanza por medio de la tecnología 4.0.

## OBJETIVO

Desarrollar un SERIOUS GAME en entornos de realidad virtual, aplicado a la enseñanza de la geometría descriptiva en estudiantes de Diseño Industrial e Ingeniería Electromecánica de la U.P.T.C



- ° Caracterizar los tipos de conocimientos, conceptos y metodologías en la enseñanza de geometría descriptiva.
- ° Diseñar los entornos interactivos con realidad virtual de acuerdo a las temáticas de la asignatura de geometría descriptiva.
- ° Analizar y evaluar los resultados de usabilidad de serious game de acuerdo a las posibilidades conceptuales y motrices que tiene que desarrollar el estudiante.

## ANTECEDENTES

Se realizó una búsqueda de información desde el año 2014 hasta la actualidad en bases de datos, con el objetivo de establecer cuales son los avances y aportes de la realidad virtual inmersiva aplicada a la enseñanza de las matemáticas y en específico al área de la geometría descriptiva en la educación básica, media y superior. Los resultados se muestran a continuación en orden cronológico, desde el más reciente hasta el más antiguo:

En el año 2019 miembros de la Universidad Católica de San Pablo y la Universidad Nacional de San Agustín en Perú, en su investigación denominada “Impacto de la Enseñanza de la Geometría Descriptiva usando Archivos 3D-PDF como Entrenamiento de la Habilidad Espacial de Estudiantes de Ingeniería Civil en el Perú”, crearon modelos tridimensionales manipulables en tiempo real, donde abarcaron las siguientes temáticas: proyección y visibilidades, posiciones relativas, cambio de planos y planos auxiliares, rectas que se cortan y se cruzan, posiciones particulares, verdadera magnitud, orientación, pendiente, paralelismo y perpendicularidad. Posiciones particulares, verdadera magnitud, orientación y pendiente. Para las diferentes temáticas se aplicó un pre y post test, con el cual los investigadores lograron correlacionar y medir si los estudiantes habían mejorado su análisis espacial y manejo conceptual después de aplicar la enseñanza por medio de los 3D-PDF, los resultados obtenidos mostraron que los estudiantes lograron un grado más alto de comprensión (Gómez-Tone, 2019).

---

Otro trabajo llevado a cabo en el 2019, fue realizado por estudiantes de ingeniería de la Universidad industrial de Santander (UIS). En la plataforma Moodle se crearon animaciones para explicar conceptos básicos, fueron creados con un software de modelado 3D (Rhinoceros, 3D Studio MAX) y de edición de video para posteriormente enlazarlos al aula virtual y ser llevados a la realidad aumentada (After Effects). Los resultados obtenidos una vez implementado y evaluado el proyecto, dieron como resultado un mejor desempeño y una mejor comprensión por parte de los estudiantes.(Lizarazo et al., 2019).

En el año 2018, la fundación 3M en asociación con PlayStation, desarrollo una plataforma de VR para enseñar ciencias en los colegios, el juego esta conformado por cuatro módulos que incluyen: tecnología, matemáticas, ciencia e ingeniería y este ha sido probado en mas de 400 estudiantes. El juego es guiado por un personaje para los cuatro bloques, el Robot denominado PI traslada a los jugadores a diferentes escenarios de épocas antiguas -como Egipto o Grecia- para aprender matemáticas y geometría, a una moderna fábrica para colaborar en un proceso de fabricación dentro del bloque de tecnología, o les adentra en el interior de una célula como parte del contenido de ciencias" (fundacion 3M, 2018).

La Universidad Autónoma de Chihuahua en Mexico durante el año 2016, desarrollo una herramienta de realidad virtual enfocada a la enseñanza de geometría descriptiva en estudiantes de cuarto grado de primaria (Carrillo & Cortés, 2016). Durante el experimento se le permitió a cada niño una interacción de 6 -10 minutos, donde debían realizar una actividad cuyo proposito fundamental era que el niño aprendiera a identificar los vertices, aristas y caras de los poliedros. Una vez terminada la actividad los niños demostraron una mayor habilidad para resolver los retos, pero sobre todo demostraron muchísimo más interes en la materia. Los software utilizados fueron Unity versión 4.5 y Maya versión 2014 y el experimento se llevó a cabo con gafas de realidad virtual oculus rift.

En el año 2014, un grupo de investigadores de la Universidad Austral de Chile, haciendo uso del software Google sketchup y Aumentaty 1.1 desarrollaron una serie de modelos tridimensionales con realidad aumentada, los cuales podían ser manipulados y girados por los estudiantes. Para el estudio se involucraron 18 estudiantes de primer semestre de arquitectura. Este trabajo dio como resultado que tanto el proceso de enseñanza para el docente, como el de aprendizaje para los alumnos habían dado mejores resultados, esto se pudo demostrar con la aplicación de un cuestionario basado en la norma ISO 9241-1, el cual todos los estudiantes pudieron responder de manera correcta en su totalidad (Uribe, 2015).

## **METODOLOGÍA**

Se plantea desarrollar una investigación de tipo aplicada que permita evaluar el comportamiento del laboratorio de realidad virtual en entornos de tecnológicos para la enseñanza de geometría descriptiva, lo cual requiere de una etapa caracterización de los estudiantes que valide el estado actual y posterior de la motivacional, conceptual y pedagógico que se encuentra.

---

---

Este análisis se realizará por medio de encuesta y entrevistas, tabulando los resultados y obteniendo la percepción de aprendizaje antes y después del uso del laboratorio.

*Hipotesis:* Los serious game como alternativa de práctica académica de la geometría descriptiva contribuirá en la mejora motivacional, conceptual y pedagógica en la enseñanza y aprendizaje.

*Variables e Indicadores:* Las variables que se toman en cuenta son las siguientes:

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES
Percepción del estudiante	Conceptualización de geometría descriptiva	Tabulación de pruebas
Usabilidad del laboratorio virtual	Adaptación ambiental a entorno de enseñanza de realidad virtual.	Tabulación de datos de usabilidad

*Tabla 1. Variables e indicadores del diseño experimental.*

## METODOLOGÍA - PARTICIPANTES

La investigación se establece en el desarrollo de un laboratorio de realidad virtual para la enseñanza para los estudiantes de Ingeniería Electromecánica de primer semestre que estén viendo geometría descriptiva.

*Población:* El estudio se enmarcará en los estudiantes de ingeniería electromecánica, se seleccionarán dos grupos de 20 estudiantes para el estudio.

*Muestreo:* El muestreo por el tipo aleatorio sin reposición, donde  $n/N$  es el 20/60 donde la muestra equivale a un 30 % de la población.



Asignaturas	Número de estudiantes	Número de profesores	Programas de pregrado
Geometría descriptiva I	59	3	Diseño industrial Duitama.
Geometría descriptiva II	31	2	
Geometría descriptiva	59	3	Ingeniería Electromecánica Duitama
Dibujo Básico	41	2	Licenciatura en Tecnología Duitama
Total	190	10	

## METODOLOGÍA DE INSTRUMENTOS, MATERIALES Y/O EQUIPOS

El laboratorio se realizará en la facultad seccional Duitama, contando con la infraestructura de salones, biblioteca, salas de dibujo y entre otros espacios. En el desarrollo del laboratorio se requiere de equipos de realidad virtual, para ello los grupos de investigación poseen los siguientes equipos:

- ° Gafas de realidad Virtual Oculus Rift DK2
- ° Sensor de movimiento de manos LEAP MOTION
- ° Software libre Blender
- ° Video beam
- ° Salón Oscuro

## METODOLOGÍA - PROCEDIMIENTO

En la metodología se mostrará la manera cómo se desarrollará el proyecto. Se realizará mediante el planteamiento de varias actividades dirigidas al desarrollo de los objetivos propuestos como se muestra a continuación:

La metodología comprende las siguientes actividades:

° **Fase 1:** Caracterizar los tipos de conocimientos y metodologías en la enseñanza de geometría descriptiva para alcanzar los logros pedagógicos y conceptuales durante los cursos impartidos.

• **ACTIVIDAD 1:** Recolectar información técnica y pedagógica necesaria para la enseñanza de geometría descriptiva en ingeniería electromecánica.

**ACTIVIDAD 2:** Establecer el número de estudiantes a encuestar para analizar los aspectos.

**Fase 2:** Diseñar los entornos tecnológicos usando realidad virtual estableciendo los diferentes módulos temáticos que interactúen con el estudiante en una inmersión virtual.

**Etapa 1.** Evaluar condiciones del laboratorio de realidad virtual.

**ACTIVIDAD 3:** Establecer las necesidades espaciales, tecnológicas y sistemas para el diseño del laboratorio de realidad virtual.

**ACTIVIDAD 4:** Evaluar las diferentes opciones de dispositivos necesarios para el diseño del laboratorio de realidad virtual.

---

**Etapa 2.** Diseñar y programar los módulos tecnológicos.

**ACTIVIDAD 5:** Establecer los algoritmos sistemáticos en la elaboración de los módulos de realidad virtual.

**ACTIVIDAD 6:** Modelar los diferentes espacios, personajes, y objetos que interactúan en cada uno de los módulos de realidad virtual.

**ACTIVIDAD 7:** Realizar las programaciones de la interacción de dispositivos de entrada y salida de los entornos tecnológicos.

**Etapa 3.** Evaluar los módulos con realidad virtual.

**ACTIVIDAD 8:** Realizar las evaluaciones de usabilidad y confiabilidad de cada uno de los módulos.

**ACTIVIDAD 9:** Optimizar las condiciones de interacciones del usuario para facilitar el uso y el aprendizaje en los módulos.

**ACTIVIDAD 10:** Verificación de los 3 módulos establecidos de enseñanza con los estudiantes.

**Fase 3:** Analizar los resultados de interacción de la comunidad educativa con la interfaz virtual del laboratorio para establecer los aspectos motivaciones, cognitivos y pedagógicos que alcance el usuario del laboratorio.

**ACTIVIDAD 11:** Graficar y tabular los datos obtenidos utilizando el programa estadístico SSP.

**ACTIVIDAD 12:** Análisis de los datos obtenidos.

**ACTIVIDAD 13:** Establecer las guías y manuales del laboratorio de realidad virtu-

## **RESULTADOS**

Determinar las características de enseñanza de la asignatura geometría en aspectos pedagógicos y académicos.

° Diseñar los dos entornos tecnológicos de realidad virtual que interactuar en con el participante en una inmersión completa.

° Publicar los diferentes resultados en revistas de alto nivel en el área de realidad virtual en la educación, en pro de incentivar la investigación en nuevos métodos y herramientas para el laboratorio.

° Satisfacer los objetivos propuestos del trabajo de investigación.

° Proponer un desarrollo experimental que oriente en mejoras las condiciones y factores que ayuden a optimizar los módulos de entornos de realidad virtual.

° Motivar la investigación por esta línea de TIC en el uso de realidad virtual y aumentada.

° Desarrollar guías, manuales y estudios del laboratorio, generando adaptaciones tecnológicas que involucren otras variables, divulgando los resultados en ponencias internacionales.

---

◦ Incentivar la participación de investigadores en cooperación intergrupala e interinstitucional, fortaleciendo la cooperación en TIC en realidad virtual.

◦ La UPTC contará con un laboratorio propio de realidad virtual el cual estará integrado con tecnología de alta calidad y se beneficiarán las diferentes facultades de ingeniería, educación y medicina entre otras

◦ Los estudiantes de los programas serán beneficiados con tecnologías modernas y con las TIC, para el aprendizaje de los conceptos de geometría mediante técnicas innovadoras, modernas y llamativas para ellos, respecto a las técnicas de enseñanza tradicionales.

◦ La UPTC Facultad seccional Duitama, será líder en el trabajo de realidad virtual en la región de Boyacá y Casanare.

◦ Contar con un laboratorio en esta temática, el cual permitirá ofrecer cursos de extensión a otras instituciones de educación media, superior y técnica, aumentando el portafolio del CIFAD y la visibilidad de la UPTC.

## IMPACTOS ESPERADOS

**Aplicación del Conocimiento:** En el desarrollo del proyecto en las fases de planeación, desarrollo y verificación, se establecerán estrategias pedagógicas y didácticas para comprender los alcances y limitaciones que pueda traer el software educativo. El proyecto contará con la participación activa de docentes adscritos a las escuelas de Diseño Industrial e Ingeniería Electromecánica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; Los impactos que se esperan obtener en la realización de este proyecto son los siguientes:

### Social:

◦ Incursión de tecnologías emergentes aplicadas al aprendizaje-Enseñanza de geometría descriptiva en la educación superior.

◦ Reducción de los índices de deserción por bajo rendimiento.



---

◦ Desarrollo de comunidades de investigación en las líneas de investigación en tecnología 4.0 y TIC.

### Ambiental:

- Uso de herramientas tecnológicas amigables al medio ambiente.
- Reducción en el uso de papel y lápiz, y en materiales que normalmente son usados en el desarrollo de prototipos tridimensionales, tales como: cartulina, pegante, cartón paja, MDF, balsa, jabón, entre otros.

### Económico:

- Disminución de costos en la compra de materiales como cartón paja, impresiones y otros elementos que se use para los métodos gráficos.
- Desarrollo de proyectos de emprendimiento en creación de software educativo.

### Cultural

- Identidad cultural en actividades de Industria 4.0.

**Sector Beneficiado:** Comunidad Científica.

**Personas, Comunidades o Entidades Beneficiadas:** Los estudiantes de Ingeniería Electromecánica y Diseño Industrial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

### REFERENCIAS

- Alvarado, Y., Moyano, M., Quiroga, D., Fern, J., & Guerrero, R. (2012). Simulación de Entidades en Realidad Virtual. *L. 1*, 345–348.
- Aray Andrade, C. A., Párraga Quijano, O. F., & Chun Molina, R. (2019). La falta de enseñanza de la geometría en el nivel medio y su repercusión en el nivel universitario: análisis del proceso de nivelación de la Universidad Técnica de Manabí. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*. e-ISSN 2550-6587. URL: [www.Revistas.Utm.Ec/Index.Php/Rehuso](http://www.Revistas.Utm.Ec/Index.Php/Rehuso), 4(1), 20. <https://doi.org/10.33936/rehuso.v4i1.1622>
- Bun, P., Gorski, F., Grajewski, D., Wichniarek, R., & Zawadzki, P. (2016). Low - Cost Devices Used in Virtual Reality Exposure Therapy. *Procedia Computer Science*, 104(December 2016), 445–451. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.158>
- Carrillo-Villalobos, J. L. (2016). Secuencias didácticas con realidad virtual: En el área de geometría en educación básica. *Faro Fractal*, 1(23), 279–305.
- Carrillo Villalobos, J. L., & Cortés Montalvo, J. A. (2016). Secuencias didácticas con realidad virtual. *F@ro: Revista Teórica Del Departamento de Ciencias de La Comunicación*, 1(23), 2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5612412>
- Cómez-Tone, H. C. (2019). Impacto de la Enseñanza de la Geometría Descriptiva usando Archivos 3D-PDF como Entrenamiento de la Habilidad Espacial de Estudiantes de Ingeniería Civil en el Perú. *Formación Universitaria*, 12(1), 73–82. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062019000100073>
- Häfner, P., Häfner, V., & Ovtcharova, J. (2013). Teaching methodology for virtual reality practical course in engineering education. *Procedia Computer Science*, 25, 251–260. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.031>
- Jornadas de TIC e Innovación en el Aula: "Enlaces entre educación, conocimiento libre y tecnologías digitales." (n.d.).
- Lizarazo, C. D., Dimarco, J. M., & Rojas, K. A. (n.d.). Desarrollo e implementación de un aula virtual de aprendizaje, creación de una aplicación de realidad aumentada y uso del software Geogebra, como estrategias de enseñanza y aprendizaje para la asignatura Geometría Descriptiva en la Universidad Industria.
- Manresa Yee, C., Abásolo, M. J., Más Sansó, R., & Vénere, M. (2011). Realidad virtual y realidad aumentada. Interfaces avanzadas. In *Xvii Congreso Argentino De Ciencia De La Computación*.
- Pérez Martínez, F. J. (2011). Presente y Futuro de la Tecnología de la Realidad Virtual. *Creatividad y Sociedad: Revista de La Asociación Para La Creatividad*, 16, 3–39. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4208297&info=resumen&idioma=SPA>
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers and Education*, 95, 309–327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). Understanding Virtual Reality. In *Journal of Documentation* (Vol. 59, Issue 4). Morgan Kaufmann Publishers. <https://doi.org/10.1108/00220410310485776>
- Suárez-Montes, N., & Díaz-Subieta, L. B. (2015). Estrés académico, deserción y estrategias de retención de estudiantes en la educación superior. *Revista de Salud Pública*, 17(2), 300–313. <https://doi.org/10.15446/rsap.v17n2.52891>
- Uribe, F. C. (2015). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la geometría descriptiva. *Aus*, 18.
-

# EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BATERÍAS EMPLEADAS EN LA FABRICACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

## **Autores**

Angélica Patricia González Cuadrado

Juan Sebastián Berdugo Rodríguez

## **Correo electrónico**

angelica.gonzalez02@uptc.edu.co

juan.berdugo02@uptc.edu.co

## **Grupo de Investigación**

GridsE

## **Programa**

Ingeniería Electromecánica

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación hace referencia a las pruebas generales de baterías empleadas en vehículos eléctricos, sistemas solares fotovoltaicos y UPS. Uno de los sectores con mayor demanda energética es la movilidad, la cual históricamente ha utilizado el petróleo como fuente principal de energía. La tecnología de vehículos eléctricos e híbridos está incluida dentro de un conjunto de alternativas de sustitución de economías a base de carbono que incluyen la diversificación de la matriz energética mundial, dando una participación importante al uso de las energías renovables, las redes inteligentes, la eficiencia energética, entre otros.

Las baterías son el componente más costoso del vehículo eléctrico y uno de los más contaminantes. Adicionalmente, de ellas depende la autonomía del vehículo. Por lo cual, resulta necesario realizar mantenimientos preventivos y correctivos en ellas. No obstante, las baterías siempre están en riesgo debido a la forma de operación, el cómo se operen y se mantengan, es un factor determinante de la vida útil. Por esta razón, las pruebas en las baterías son altamente importantes. La única manera de determinar el estado de la batería y de corregir posibles factores de desgaste prematuro o mal manejo, son las pruebas de resistencia interna y de descarga.

Por otro lado, en Colombia ya existe normatividad generalizada concerniente a los vehículos eléctricos, homologada de la IEC (International Electrotechnical Commission) por la NTC (Norma Técnica Colombiana), pero en el país no hay laboratorios que se encarguen de las pruebas específicas a baterías. Por esta razón, es una gran oportunidad para el laboratorio de ensayos electromecánicos adscrito al grupo de investigación GridsE y para la Escuela de Ingeniería Electromecánica, implementar los ensayos eléctricos a baterías, basados en la norma IEC 17025, en pro de la acreditación y desarrollar la documentación, formatos de ensayos y pruebas a baterías de vehículos eléctricos y de sistemas de almacenamiento de energía eléctrica. Adicionalmente, con este proyecto se busca capacitar a los miembros del grupo de investigación, los estudiantes de ingeniería electromecánica y áreas a fin en el tema de movilidad eléctrica, vehículos eléctricos y funcionamiento de la batería en ellos. Así mismo, se realizarán pruebas a baterías de sistemas solares fotovoltaicos, con el fin de ampliar las pruebas realizables en el laboratorio y teniendo en cuenta que los principios de realización de las pruebas son similares.

---

Este documento presenta el desarrollo de los manuales de procedimientos de ensayo, formatos de toma de datos y la definición de los criterios de aceptación de acuerdo a la norma NTC/ISO-IEC 17025:2017 para la implementación de los ensayos eléctricos. Se realizaron pruebas de seguridad (inspecciones visuales, inspecciones térmicas) y de funcionamiento eléctrico (prueba de resistencia interna, prueba de descarga, prueba de tensión de rizado). Estas pruebas permiten evaluar características como: sobre carga, cortocircuito externo, condiciones de máxima descarga y otros tipos de factor de desgaste de la batería.



## OBJETIVO

Evaluar el comportamiento de las baterías empleadas en la fabricación de vehículos eléctricos y sistemas solares fotovoltaicos, mediante la implementación de ensayos eléctricos y de seguridad realizados bajo la norma NTC/ ISO-IEC 17025:2017.

- ° Elaborar procedimientos de ensayo, formatos de toma de datos, definición de los criterios de aceptación de acuerdo a la norma NTC/ ISO-IEC 17025:2017 aplicados a baterías de vehículos eléctricos y sistemas solares fotovoltaicos.
- ° Implementar los ensayos eléctricos y de seguridad a baterías de vehículos eléctricos y sistemas solares fotovoltaicos.
- ° Desarrollar las pruebas piloto a baterías empleadas en vehículos eléctricos y sistemas solares fotovoltaicos.
- ° Capacitar a los miembros del grupo de investigación y estudiantes de electivas técnicas del área eléctrica de la Escuela de Ingeniería Electromecánica en las pruebas eléctricas y de seguridad a baterías.

## ANTECEDENTES

**Movilidad Eléctrica y Conversión de Vehículos de Combustión Interna a Vehículos Eléctricos en Colombia:** A corte 30 de noviembre de 2021, Colombia tenía 5,284 vehículos eléctricos y 22,605 vehículos híbridos matriculados en el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), para un total de 27,889 vehículos de tecnologías pro ambientales rodando por las calles colombianas [24]. Las regiones con el número más alto de vehículos eléctricos son Bogotá, con 2,329; seguido de Antioquia, con 1,610; Cundinamarca, sin contar Bogotá, con 563;

---

---

Valle del Cauca, con 313; y Santander, con 171 vehículos eléctricos. Por el lado de los vehículos híbridos, los mayores registros son en Bogotá, con 10,375; Antioquia, con 6,374; Cundinamarca, sin contar Bogotá, con 1,386; Valle del Cauca, con 1,197, y Norte de Santander, con 832 [24].

**Empresas Colombianas que Emplean Vehículos Eléctricos :** En Colombia, empresas como TCC, Coordinadora mercantil, Argos y DHL Express son algunas de las firmas que han empezado a sumar a su flota vehículos eléctricos, o están trabajando en un piloto con este tipo de vehículos para evaluar la rentabilidad, la capacidad que tienen para enfrentarse a las operaciones diarias y en general, los beneficios que traería este tipo de tecnología.

TCC cuenta con alrededor de 16 vehículos eléctricos, DHL Express cuenta con 7 Vans eléctricas, que empezó a utilizar en 2015. Por otro lado, Coordinadora Mercantil también está trabajando en un proyecto similar, cuya fase piloto se encuentra en desarrollo [25].

Empresas como Schneider Electric también han decidido implementar este tipo de vehículos, por eso está anunciando la adquisición de 20 automóviles eléctricos que serán entregados a todos sus ejecutivos en el Clúster Andino. 18 vehículos serán entregados a líderes de la compañía en Colombia, mientras que en Perú y Ecuador estarán rodando los dos restantes. También aseguran que el 100% de vehículos de su flota serán eléctricos para 2030 [26].

Bavaria cuenta con la flota de camiones eléctricos más grande del país (un promedio de 200 vehículos eléctricos de carga), ya que tiene una combinación de vehículos de carga pesada, media y liviana; además de montacargas y carros para fuerza de venta. La estrategia de movilidad de Bavaria se alinea con los objetivos de Desarrollo Sostenible y a las metas nacionales que se ha trazado Colombia en el Acuerdo de París sobre cambio climático, con relación a la reducción del 51% de sus emisiones para 2030 [27].

Bimbo Colombia, con la inclusión de vehículos 100% eléctricos, continúa renovando flota de distribución que en la actualidad cuenta con alrededor de 1000 vehículos, de los cuales el 55% usa combustibles alternativos, principalmente GNV (Gas Natural Vehicular). Adicionalmente, inició la incorporación de vehículos no contaminantes con tecnología eléctrica y Euro IV a nivel nacional. El proceso de distribución y su flota de reparto cuenta con certificación de carbono neutro en donde se corrobora el compromiso con el medioambiente y con la calidad de vida de las personas [28].

La Alcaldía de Bogotá, a través de Transmilenio, cuenta con unidades de vehículos eléctricos BYD para la operación del SITP (Sistema Integrado de Transporte Público). En la actualidad se cuenta con 172 unidades, compuesta por 83 buses tipo padrón (capacidad para 80 pasajeros) y 89 vehículos tipo busetón (capacidad para 50 pasajeros). A finales de 2022 llegará el resto de la flota para completar 1,485 buses “cero emisiones”.

También realizó la inauguración del quinto patio 100% eléctrico construido en la ciudad. Existen otras empresas que ya cuentan con vehículos eléctricos dentro de sus flotas, siendo igualmente relevantes para el caso de las pruebas a baterías y componentes adicionales. Sin embargo, son menos representativas en unidades, por lo cual no son expresadas.

---

---

**Empresas Dedicadas a la Conversión y Ensamble de Vehículos Eléctricos en Colombia :** En Colombia existen diferentes empresas dedicadas a la conversión de vehículos de combustión (Gasolina, Gas o Diesel) a vehículos eléctricos. Cada una tiene un enfoque distinto, y todas hacen parte de la red colombiana de movilidad eléctrica, la cual se ha encargado de las nuevas propuestas normativas y regulatorias para los vehículos eléctricos. También están contempladas dentro de la estrategia nacional de movilidad eléctrica desde 2019.

° Electric Vehicles Conversion (EVCO): es una empresa Bogotana que se dedica a la conversión de vehículos de Combustión a eléctricos especialmente, con vehículos clásicos y antiguos. EVCO hace parte del comité Nacional de movilidad eléctrica [3].

° Ecovehículos: es una empresa dedicada a la conversión de vehículos de combustión a eléctricos de corriente continua o alterna. Está ubicada en la ciudad de Bogotá y hace parte del comité Nacional de movilidad eléctrica [2].

° Energía Vectorial: es una empresa antioqueña con enfoque internacional que se dedica a la conversión y ensamble de vehículos eléctricos. Adicionalmente, realizan la instalación de estaciones de carga en hogares, industria y espacios públicos.

° Convercar: la marca ConverCarCali es una empresa filial de Inversiones Rojas Neme S.A.S., que se encarga de convertir automóviles de combustión interna (gasolina, diésel o a gas) en autos eléctricos. La empresa opera desde sus oficinas toda el área administrativa. La parte operativa de las conversiones se realizan en los talleres aliados en la ciudad de Cali [29].

**Talleres Especializados en Vehículos Eléctricos:** Las empresas mencionadas anteriormente también se dedican a mantenimientos y reparaciones generales de vehículos eléctricos. Sin embargo, no realizan pruebas específicas, por lo cual algunas reparaciones no se realizan o se envían al extranjero. Existen otras empresas dedicadas a mantenimientos que incluyen servicios para vehículos eléctricos. Los talleres de marcas comerciales que ofrecen vehículos eléctricos también incluyen reparaciones; sin embargo, tienen diferentes retos a la hora de enfrentarse a daños concretos de vehículos eléctricos.

## **METODOLOGÍA**

Con el propósito de resolver el problema de investigación planteado, el estudio se dirigirá con una metodología cuantitativa. Esta metodología se centra en aspectos observables susceptibles a cuantificación que, resulta en una investigación aplicada.

Para el desarrollo se deberán realizar los manuales de procedimientos de ensayo, formatos de toma de datos y la definición de los criterios de aceptación de acuerdo a la norma NTC/ISO-IEC 17025:2017 para los diferentes ensayos eléctricos, de seguridad y rendimiento a las baterías empleadas en vehículos eléctricos y sistemas solares fotovoltaicos, de acuerdo con los requerimientos expuestos por ONAC [7] para la acreditación de laboratorios con los equipos disponibles en el Laboratorio de Ensayos Electromecánicos.

---

---

La metodología empleada en la ejecución de este proyecto se basa en el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar, actuar), que es un método de mejoras continuas. No es un proceso que se ejecuta una sola vez, sino un espiral continuo que busca mejorar los procesos e iteraciones. Esto permite redirigir la investigación en caso de no orientarse de manera adecuada al objetivo propuesto.

## **ETAPA 1: ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS**

En esta etapa se realizará la investigación, recopilación bibliográfica, análisis, de normatividad aplicable y el estado del arte para garantizar el cumplimiento de los objetivos específicos de este proyecto.

**Actividad 1.1.** Investigación, recopilación bibliográfica, análisis de normatividad aplicable de las pruebas realizables para baterías de vehículos eléctricos y sistemas solares fotovoltaicos.

**Actividad 1.2.** Determinación de protocolos de prueba.

**Actividad 1.3.** Definición de los criterios de aceptación.

**Actividad 1.4.** Elaboración de los procedimientos de ensayo y formatos de toma de datos.

## **ETAPA 2: IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS ELÉCTRICOS, DE SEGURIDAD Y DE RENDIMIENTO**

En esta etapa, se realizará el manual de pruebas, el desarrollo del montaje para pruebas y la implementación del conjunto de ensayos para posteriormente realizar pruebas piloto.

**Actividad 2.1.** Realizar el manual de procedimiento de cada uno de los ensayos a baterías de vehículos eléctricos y sistemas solares fotovoltaicos bajo la norma de gestión de laboratorios NTC-ISO/IEC 17025:2017, para adjuntarlo al manual de procedimientos existente del Laboratorio de Ensayos Electromecánicos.

**Actividad 2.2.** Desarrollo del montaje adecuado para la implementación de pruebas piloto.

**Actividad 2.3.** Implementación de ensayos en conjunto, verificando y corrigiendo los problemas presentados posteriores al montaje.

## **ETAPA 3: DESARROLLO DE LAS PRUEBAS PILOTO A BATERÍAS EMPLEADAS EN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS.**

Durante esta etapa se realizarán pruebas piloto con el objetivo de revisar y corregir los documentos desarrollados en la etapa uno y dos, así como, comprobar los valores de referencia con los valores obtenidos, utilizando el ciclo PHVA.

**ACTIVIDAD 3.1.** Implementación de pruebas piloto de rendimiento, de seguridad, y eléctricas a baterías de vehículos eléctricos bajo el marco de la norma de gestión de laboratorios NTC-ISO/IEC 17025:2017.

---

---

**ACTIVIDAD 3.2.** Interpretación de resultados obtenidos en los ensayos piloto de seguridad y eléctricos a baterías.

**ACTIVIDAD 3.3** Corrección de los hallazgos realizados durante la implementación preliminar de las pruebas piloto.

## ETAPA 4: CAPACITACIÓN Y DIVULGACIÓN DE RESULTADOS

Durante esta etapa se logrará la capacitación de los miembros del grupo de investigación y estudiantes de electivas técnicas del área eléctrica de la escuela de ingeniería electromecánica en las pruebas eléctricas y de seguridad a baterías.

**Actividad 4.1.** Divulgación del conocimiento adquirido durante el proceso en actividades de la comunidad científica tales como: ponencias, conferencias, foros, jornadas, etc.

**Actividad 4.2.** Capacitación de los miembros del Laboratorio de Ensayos Electromecánicos, investigadores de los grupos de investigación y docentes interesados en los ensayos implementados a baterías.

## RESULTADOS

- Las baterías en Colombia, son aún un elemento sin la relevancia adecuada, ya que durante la recopilación bibliográfica y el análisis de normatividad aplicable, se halló que son mínimas las normas que tienen alguna interpretación nacional. Lo cual no resulta como inconveniente de manera tradicional, sin embargo, las normas internacionales consideran rangos de temperatura ambiente de evaluación de la batería desde temperaturas bajo cero, hasta temperaturas superiores a los 45°. Los equipos empleados para garantizar ese tipo de condiciones ambientales, representan un alto costo extra, por lo cual esas pruebas no son consideradas actualmente dentro del laboratorio.
  - Durante la generación del manual de pruebas, se evaluaron diferentes tipos de normas aplicables. Su aplicación depende del tipo de batería empleada y sus particularidades. Sin embargo, las tres normas principales realizan un funcionamiento complementario, es decir, agrupan entre ellas los tipos de baterías mas comerciales.
  - El desarrollo del montaje para pruebas de descarga, es funcional en casi todas las baterías. No obstante, es imprescindible adquirir un equipo que realice las pruebas de descarga a corriente constante, dado que algunas baterías (baterías de litio) tienen capacidades muy amplias y son altamente sensibles.
  - En la etapa de diseño del banco de carga resistivo, se consideraron diferentes tipos de riesgo, a los cuales podría exponerse la batería durante una descarga, por esa razón el prototipo del banco ha sido ensayado en diferentes condiciones, para verificar el adecuado funcionamiento durante las pruebas.
  - Las pruebas piloto se desarrollaron en múltiples ocasiones con el objetivo de revisar y corregir los documentos generados en la etapa de procedimientos de ensayos, se empleó el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar, actuar) para generar mejora continua en su desarrollo.
-

---

- Se presentaron diferentes limitaciones en la implementación de los ensayos eléctricos como: pruebas de descarga profunda, pruebas cortocircuito externo y pruebas de sobrecarga, dado que son pruebas totalmente destructivas para las baterías.

- Las pruebas mecánicas no fueron consideradas para este trabajo, debido a la necesidad de montajes robustos y altamente controlados necesarios para su ejecución.

## **PRUEBA DE DESCARGA**

La prueba de descarga es la prueba determinante para medir la capacidad de la batería. Durante la prueba de descarga, la batería se conecta a una carga (de corriente constante) y se descarga a lo largo de un período de tiempo específico (previamente definido por el fabricante). La corriente debe regularse y controlarse, de manera que siempre sea una corriente conocida mientras que la tensión se mide en forma periódica. Esta prueba se realiza siguiendo los pasos del Manual de Procedimiento de Pruebas de descarga.

## **PRUEBA DE RESISTENCIA INTERNA**

La resistencia interna de la batería sirve para indicar a través del tiempo las celdas más débiles o anormales. Sin embargo, la resistencia interna es un valor que varía según tipo de batería que sea y el fabricante. La resistencia interna puede identificar debilidades en las celdas y conectores de una manera sencilla.

La prueba de resistencia interna determina la condición de todo el paso eléctrico de la batería, desde cada uno de los bordes de conexión. Es decir, puede medir el paso completo de la batería. Es una prueba que se realiza aplicando una señal de prueba de corriente directa a las placas terminales, en esta prueba no solamente se mide la caída de tensión de sino también corriente directa (DC).

La resistencia incrementa con el envejecimiento de las celdas, al medir la resistencia se puede medir la condición de manera base y posteriormente, establecer una tendencia para determinar cuándo reemplazar una batería o la cadena de baterías.

Cuando se toman medidas óhmicas internas, se debe registrar el tipo de equipo de prueba utilizado, los puntos de prueba seleccionados, los voltajes de la celda/unidad y las temperaturas de la celda/unidad (medidas en los terminales negativos). La prueba deberá realizarse conforme al Manual de procedimiento para pruebas de resistencia interna.

Estas lecturas deben tener tendencia a lo largo del tiempo, y el usuario debe notar cualquier cambio significativo con respecto a la línea de base. Dependiendo del grado del cambio, una prueba de rendimiento, reemplazo de celda u otro correctivo la acción puede ser necesaria.

---

## IMPACTOS ESPERADOS:

El laboratorio de ensayos electromecánicos se caracteriza por sus servicios de extensión. Estas pruebas permitirán ampliar dichos servicios, a la vez que contribuyen con el desarrollo social, económico e intelectual de la región.

Es una apuesta nueva para el desarrollo de tecnologías renovables. Permite adquirir y desarrollar los proyectos con seguridad. Adicionalmente brinda servicios nuevos para la adecuada implementación de los sistemas.

## REFERENCIAS

- Ministerio de Minas y Energía, «Transición energética. Un legado para el presente y el futuro de Colombia.», Ministerio de Minas y Energía, 2021. ECOVEHÍCULOS, «ECOVEHÍCULOS.» [En línea]. Available: <https://ecovehiculos.co/landing/hosotros/>. [Último acceso: 25 Abril 2022].
- Electric Vehicles Conversion, «EVCO.» [En línea]. Available: <https://www.evco.com.co/>. [Último acceso: 10 Abril 2022].
- M. A. T. Rojas, «Convercar.» 2016. [En línea]. Available: <https://somosconvercar.com/hosotros/>. [Último acceso: 25 Abril 2022].
- Energía Vectorial, «Energía Vectorial.» [En línea]. Available: <https://www.evectorial.com/index.html>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- Infobae, «El primer vehículo eléctrico construido en Latinoamérica fue diseñado y ensamblado por un boyacense.» 17 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://www.infobae.com/america/colombia/2021/06/17/el-prim-er-vehiculo-electrico-construido-en-latinoamerica-fue-disenado-y-ensamblado-por-un-boyacense/>. [Último acceso: 25 Abril 2022].
- ONAC, «Esquema de Acreditación- Directorio de Acreditados.» 2022. [En línea]. Available: <https://onac.org.co/directorio-de-acreditados/>. [Último acceso: Mayo 2022].
- Victric, «Incendios en Baterías Eléctricas.» España, 2021.
- D. R. y G. A. R. G. Newell, «The Next Generation of Energy.» Global Energy Outlook 2019, p. 46, 2019.
- Global EV Outlook 2019, «Global EV Outlook 2019 – Analysis.» [En línea]. Available: IEA. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>. [Último acceso: 25 Febrero 2022].
- Global EV Outlook 2021, «Global EV Outlook 2021 Accelerating ambitions despite the pandemic.» 2021. [En línea]. Available: [efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://iea.blob.core.windows.net/assets/ed5f4484-f556-4110-8c5c-4ede8bcba637/GlobalEVOutlook2021](https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021). [Último acceso: 20 04 2022].
- NEURTEK INSTRUMENTS, «¿Cuál es la Normativa y Ensayos a realizar de celda y baterías de litio-ion?» 2021. [En línea]. Available: <https://www.neurtek.com/es/academia/articulos-tecnicos/ensayos-ambientales/normativa-ensayos-celda-baterias-litio-ion>. [Último acceso: 03 2022].
- S. Gonzalez, «PROYECTO DE CONVERSIÓN DE UN AUTOMOVIL DE COMBUSTIÓN INTERNA A ELÉCTRICO.» Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España, 2010.
- MOVE, EUROCLIMA AECID, «MOVILIDAD ELÉCTRICA: AVANCES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE Y OPORTUNIDADES PARA LA COLABORACIÓN REGIONAL.» ONU Medio Ambiente, 2018.
- Universidad de Juárez, «Círculo en México 556 buses eléctricos Energía y debate.» 2022. [En línea]. Available: <https://energiadebate.com/circulan-en-mexico-556-buses-electricos/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20existen%20unos%20556%20buses%20e%C3%A9ctricos%20circulando%2C,11.3%25%20del%20total%20reportado%20a%20febrero%20de%202022>. [Último acceso: 05 Abril 2022].
- Infobae, «Los colectivos eléctricos llegan a la ciudad de Buenos Aires.» 2 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.infobae.com/sociedad/2018/03/02/los-colectivos-electricos-llegan-a-la-ciudad-de-buenos-aires/>. [Último acceso: Abril 2022].
- Ministerio de transporte Argentina, «Cuatro líneas de colectivo tendrán buses eléctricos a fin de año en la ciudad.» Marzo 2018. [En línea]. Available: [www.argentina.gob.ar/noticias/cuatro-lineas-de-colectivo-tendran-buses-electricos-fin-de-ano-en-la-ciudad](http://www.argentina.gob.ar/noticias/cuatro-lineas-de-colectivo-tendran-buses-electricos-fin-de-ano-en-la-ciudad). [Último acceso: Abril 2022].
- ABVE, «Ônibus elétrico da BYD já roda em Brasília com carroceria Marcopolo.» 2022. [En línea]. Available: [www.abve.org.br/brasilia-tera-onibus-eletrico-da-byd-com-carroceria-marcopolo](http://www.abve.org.br/brasilia-tera-onibus-eletrico-da-byd-com-carroceria-marcopolo). [Último acceso: Abril 2022].
- A. d. S. energética, «Comenzaron a operar cargadores públicos para autos eléctricos.» [En línea]. Available: [www.agencia.org/2021/12/23/se-abre-consulta-publica-sobre-interoperabilidad-de-los-cargadores-de-vehiculos-electricos/](http://www.agencia.org/2021/12/23/se-abre-consulta-publica-sobre-interoperabilidad-de-los-cargadores-de-vehiculos-electricos/). [Último acceso: Abril 2022].
- Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, «Galápagos da un nuevo paso hacia la movilidad sustentable.» [En línea]. Available: [www.gobiernogalapagos.gob.ec/galapagos-da-un-nuevo-paso-hacia-la-movilidad-sustentable/](http://www.gobiernogalapagos.gob.ec/galapagos-da-un-nuevo-paso-hacia-la-movilidad-sustentable/). [Último acceso: 2022].
- Gobierno de México, «Proyectos en proceso CAME.» [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/comisionambiental/documentos/proyectos-en-proceso-came>. [Último acceso: Marzo 2022].
- Ministerio de Industria, «Hacia un sistema de movilidad urbana sostenible y eficiente en Uruguay. Piloto utilitarias eléctricas.» [En línea]. Available: [http://www.um.edu.uy/docs/Proyecto\\_GEF\\_6\\_utilitarias.pdf](http://www.um.edu.uy/docs/Proyecto_GEF_6_utilitarias.pdf). [Último acceso: Marzo 2022].
- Código del Sur, «First Electric Highway in Latin America: Uruguay.» [En línea]. Available: <http://codigodelsur.com/first-electric-highway-latin-america-uruguay/>. [Último acceso: Abril 2022].
- Ministerio de Transporte, «Colombia rompe récord en registro de vehículos eléctricos en el RUNT.» 03 12 2021. [En línea]. Available: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/10464/colombia-rompe-record-en-registro-de-vehiculos-electricos-en-el-runt/>. [Último acceso: Abril 2022].
- Cluster de Energía Eléctrica, «Conozca algunas de las compañías que usan flotas de eléctricos hoy en día.» Abril 2019. [En línea]. Available: [www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Energia-Elctrica/Noticias/2019/Abril-2019/Conozca-algunas-de-las-companias-que-usan-flotas-de-electricos-hoy-en-dia#:~:text=hoy%20en%20día,Conozca%20algunas%20de%20las%20compañías%20que%20usan%20flotas%20de%20eléctrico](http://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Energia-Elctrica/Noticias/2019/Abril-2019/Conozca-algunas-de-las-companias-que-usan-flotas-de-electricos-hoy-en-dia#:~:text=hoy%20en%20día,Conozca%20algunas%20de%20las%20compañías%20que%20usan%20flotas%20de%20eléctrico). [Último acceso: Abril 2022].
- Revista Semana, «Schneider Electric adquirió flota de vehículos eléctricos para ejecutivos en Colombia.» 16 Marzo 2022. [En línea]. Available: [www.semana.com/economia/empresas/articulo/schneider-electric-adquirio-flota-de-vehiculos-electricos-para-ejecutivos-en-colombia/202230/](http://www.semana.com/economia/empresas/articulo/schneider-electric-adquirio-flota-de-vehiculos-electricos-para-ejecutivos-en-colombia/202230/). [Último acceso: Abril 2022].
- Bavaria, «Con 200 camiones eléctricos que rodarán en el 2021, Bavaria liderará la flota eléctrica de carga más grande del país.» 2021. [En línea]. Available: [www.bavaria.co/camiones-electricos-2021](http://www.bavaria.co/camiones-electricos-2021). [Último acceso: Abril 2022].
- Technocio, «Bimbo ya cuenta en Colombia con vehículos 100% eléctricos en su flota de distribución.» 12 Agosto 2019. [En línea]. Available: [technocio.com/bimbo-ya-cuenta-en-colombia-con-vehiculos-100-electricos-en-su-flota-de-distribucion/](http://technocio.com/bimbo-ya-cuenta-en-colombia-con-vehiculos-100-electricos-en-su-flota-de-distribucion/). [Último acceso: Abril 2022].
- Convercar Cali, «Misión y Visión de Convercar Cali.» 2022. [En línea]. Available: <https://somosconvercar.com/hosotros/>. [Último acceso: Mayo 2022].
- ICONTEC 2019, «BATERÍAS PARA SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTÁICOS REQUISITOS GENERALES Y MÉTODOS DE ENSAYO.» ICONTEC, Bogotá, 2009.
- IEEE Power & Energy Society, «IEEE Recommended Practice for the Characterization and Evaluation of Emerging Energy Storage Technologies in Stationary applications.» IEEE, New York, 2010.
- Automotive Business, «Ônibus elétricos BYD já rodam no Rio de Janeiro.» 22 Agosto 2018. [En línea]. Available: [www.automotivebusiness.com.br/pt/posts/noticias/onibus-eletricos-byd-ja-rodam-no-rio-de-janeiro/](http://www.automotivebusiness.com.br/pt/posts/noticias/onibus-eletricos-byd-ja-rodam-no-rio-de-janeiro/). [Último acceso: Abril 2022].
- Enel, «Bus eléctrico.» 2022. [En línea]. Available: <https://www.eneldistribucion.cl/buselectrico>. [Último acceso: Abril 2022].
- Convercar Cali, «Misi 'p.» [En línea].

# DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y/O ACREDITACIÓN DE SERVICIOS DE ENSAYOS ELÉCTRICOS A BATERÍAS, REGULADORES, CARGADORES E INVERSORES PARA FORTALECER LA FABRICACIÓN DE MOTOCICLETAS ELÉCTRICAS Y VEHÍCULOS AUTOMOTORES ELÉCTRICOS EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

## **Autores**

Juan Carlos Castro G  
Wilman Pineda  
Elieser Carvajal  
Angélica González  
Michell Quintero  
Edgar Tibaduiza  
Daniela Rincón.

## **Correo electrónico**

daniela.rincon01@uptc.edu.co  
juan.castrogaleano@uptc.edu.co

## **Grupo de Investigación**

GridsE

## **Programa**

Ingeniería Electromecánica

## INTRODUCCIÓN

La movilidad eléctrica se ha venido posicionado como una de las principales opciones de transporte terrestre, según la Agencia Internacional de Energía (IEA), la venta de vehículos eléctricos en el mundo alcanzó los 6,6 millones de unidades en 2021 [1], lo que representa más del triple de las ventas realizadas en 2019, de donde se desprende que casi el 9 % del mercado mundial de automóviles es eléctrico. Además, la IEA estima que hay alrededor de 16 millones de vehículos eléctricos en las carreteras de todo el mundo [1].

En Colombia a corte 30 de noviembre de 2021, se han matriculado 5.284 vehículos eléctricos y 22.605 híbridos en el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), para un total de 27.889 vehículos impulsados eléctricamente transitando en las calles colombianas, los cuales se recargan en hogares o empresas, o en una de las 155 estaciones de carga pública disponibles en el país a 2021, de las cuales un 20% se encuentran en Bogotá [2]. Para incentivar la movilidad eléctrica se han planteado políticas públicas de crecimiento como la política nacional de crecimiento verde, la Ley N 1964 del 11 de Julio de 2019 entre otras, que tienen como objetivo promover el uso de los vehículos eléctricos y la implementación de estaciones de carga de vehículos eléctricos.

Los vehículos eléctricos, motocicletas eléctricas y scooters utilizados en Colombia corresponden a marcas como Auteco, Renault, Tesla, que son muy costosos en comparación a los vehículos de combustión interna, por lo que diferentes empresas realizan conversión de vehículos de combustión a eléctricos, en los que se emplean componentes importados, de los que no se conocen las características y vida útil de los componentes usados y no se verifica los datos técnicos del fabricante ni la duración de los mismos, además de no ser verificados antes de ser instalados bajo la normatividad regulatoria, es decir, la NTC/ISO /IEC 17025: 2017 "REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN".

---

De acuerdo a una búsqueda realizada en la página web de la Organización Nacional de Acreditación (ONAC), no se encuentran laboratorios acreditados para realizar ensayos eléctricos y de seguridad a los componentes de vehículos eléctricos, lo que supone un peligro para los usuarios y los inmuebles debido a posibles accidentes de tipo eléctrico, explosiones e incendios.

Por esta razón, el Grupo de Investigación y Desarrollo en Sistemas Electromecánicos, GridsE, por medio del Laboratorio de Ensayos Electromecánicos (LEM) en alianza con Minciencias y el Instituto Nacional de Metrología (INM) se propusieron Implementar y/o acreditar servicios de ensayos a componentes eléctricos de vehículos automotores y motocicletas eléctricas (baterías, cargadores, controladores, inversores, motores) para fortalecer la industria del sector de carrocerías en el Departamento de Boyacá. De esta forma se aporta al sistema de calidad del país, mejorando los procesos de selección de componentes, comparación de marcas, funcionamiento, proveedores, fabricación, comercialización y ensamble en la fabricación de movilidad eléctrica en el departamento. Además, de contribuir al cumplimiento de la Agenda 2030 – Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de Naciones Unidas (ONU), entre los que se encuentra el objetivo 17 “Ciudades y comunidades sostenibles”, el trece “Acción por el clima”, ya que al disminuir las emisiones de dióxido de carbono se mitiga el cambio climático, mejora la calidad del aire reduciendo el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, generando empleos verdes y crecimiento sostenible, entre otros.



## OBJETIVO

Implementar y/o acreditar servicios de ensayos a componentes eléctricos de vehículos automotores y motocicletas eléctricas (baterías, cargadores, controladores, inversores, motores) para fortalecer la industria del sector de carrocerías en el Departamento de Boyacá.

---

---

° Definir normatividad aplicable, procedimientos de ensayo, variables eléctricas a medir, equipos de prueba requeridos y criterios de aceptación para los ensayos eléctricos a baterías, cargadores, estaciones de carga, controladores, reguladores e inversores.

° Implementar cada uno de los montajes de prueba con sus respectivos manuales de procedimiento, seguridad, matriz de riesgo y con el cumplimiento de todos los requerimientos técnicos establecidos en la normatividad aplicable.

° Realizar ensayos a los principales componentes eléctricos de un vehículo automotor EV, en las instalaciones de la UPTC o mediante procedimientos en sitio en instalaciones del cliente.

° Elaborar procedimientos técnicos, formatos, manuales y la documentación necesaria para el cumplimiento de los requisitos de la norma NTC/ISO/IEC 17025:2017 para la acreditación de los ensayos y presentar la solicitud de acreditación de dos o más de los ensayos implementados.

## ANTECEDENTES

La conversión de los vehículos eléctricos se ha venido realizando en el país por parte de empresas pertenecientes a la Asociación Colombiana de movilidad eléctrica, encargada del proceso de compra y puesta en funcionamiento de los vehículos, pero se visualiza en ese proceso que no existen pruebas a los componentes para la verificación de la ficha técnica ni ensayos en el ensamblaje y posteriores a la terminación del producto. En el caso de las baterías que es el elemento más costoso, no se revisa el estado de vida útil de las mismas, lo que puede generar pérdidas económicas tanto para el cliente como para la empresa, riesgos para la vida, ya que sin realizar los ensayos a los componentes y al vehículo una vez convertido, pueden presentarse accidentes de tránsito y explosiones, como se observa en la Figura 1. donde un vehículo eléctrico está cargando y se incendia.



Figura 1. Incendio en vehículo eléctrico. Tomado de syt NYHETER.

Hay otras conversiones realizadas empíricamente por completo, como la que se muestra en la Figura 2, que corresponde a una bicicleta eléctrica de tres ruedas (bicitaxi) utilizada para el transporte de pasajeros de la calle 170 al terminal satélite del Norte en Bogotá, se pueden observar los diferentes componentes, cómo el motor eléctrico mostrado en la Figura 3, la transmisión en la Figura 4. y el controlador de carga, están deteriorados, con un cableado deficiente y las baterías, que se encuentran en la parte posterior del vehículo,

---

sin marca de identificación, por lo tanto, se desconoce la tensión, la capacidad y el material, además de un desconocimiento por parte de la propietaria, todos estos factores que pueden resultar en accidentes y lesiones.



Figura 2. Bicitaxi convertido a eléctrico empíricamente, superior derecha controlador de carga, inferior derecha banco de baterías sin especificar.



Figura 3. Motor eléctrico.



Figura 4. Trasmisión.

Las baterías pueden incendiarse si se han fabricado incorrectamente, se han dañado o se ha abusado de ellas, o si el software que protege a la batería de recibir demasiada o muy poca carga eléctrica no funciona, todos estos factores que se pueden revisar antes, durante y después de la conversión del vehículo.

Cuando se busca implementar este tipo de vehículos en el transporte público, como una solución a problemas medioambientales, sociales y económicos que

existen en las ciudades intermedias. Los buses y taxis de transporte público deben cumplir con especificaciones técnicas que permitan un transporte seguro. La implementación de estos ensayos es indispensable para dar un mayor valor al proceso y la posibilidad de que sea homologable tanto nacional como internacionalmente. Por medio de la mejora de este proceso se logra subsanar el vacío existente en América Latina con respecto a soluciones tecnológicas en los focos de desarrollo, al implementar transportes limpios y eficientes, y en el mundo para que el país se fortalezca económicamente en la industria automotriz, de innovación y tecnología, por lo tanto, es importante subsanar esta barrera.

Empresas como Ecovehículos en Bogotá, [3] y EVCO en Medellín [4], además de EOLOMotors [5] se encargan de convertir vehículos de combustión a eléctricos y han participado en la expedición de la normatividad aplicable como la NTC/IEC 61851:2021 y NTC/IEC 62196:2021 para las estaciones de carga de vehículos eléctricos y sus conectores. Ecovehículos se encuentra en la ciudad de Bogotá y realizó la conversión mostrada en la Figura 5, y EVCo realizó la conversión mostrada en la Figura 6 y 7. EOLOMotors además de realizar conversiones, fabrica desde cero vehículos eléctricos.



Figura 5. Conversión de un Renault logan de combustión a eléctrico [3]



Figura 6. Conversión de un Renault 4 de combustión a eléctrico. [4]

---

En Boyacá, la empresa TRACTEC S.A.S. se encuentra incursionando en la fabricación, comercialización y producción de camiones eléctricos. Autobuses AGA, está en el proceso de desarrollar un Autocare eléctrico, con lo cual busca impactar en el mercado de la ciudad y el departamento, y la empresa BRYSER INTERNATIONAL S.A.S. se encuentra comercializando patinetas eléctricas, scooter/motos eléctricas, carros eléctricos y actualmente está incursionando en la fabricación, conversión y comercialización de motos eléctricas, vehículos de turismo con proyección de fabricar buses eléctricos.

En el departamento recientemente se ha iniciado de manera empírica la fabricación de motos eléctricas y la fabricación de vehículos, para lo cual se importan los componentes eléctricos, sin embargo, no existe un laboratorio para la realización de ensayos que verifiquen el correcto funcionamiento de los distintos componentes de los vehículos eléctricos (baterías, motor eléctrico, controladores, entre otros). Esto, causa que las empresas Boyacenses que actualmente producen y comercializan distintas clases de vehículos eléctricos, así como los usuarios de los mismos, no cuenten con un laboratorio especializado que facilite el continuo monitoreo de sus vehículos. Los ensayos a realizar en las baterías, controladores, cargadores y motores eléctricos, permitirán que la empresa mejore la calidad de sus productos para aumentar la fabricación, distribución y comercialización en Boyacá y el país, proyectándose a la exportación de sus productos.

## **METODOLOGÍA**

Inicialmente se documentarán, definirán procedimientos y criterios de aceptación, mediante una revisión exhaustiva de los estándares nacionales e internacionales para la implementación de los ensayos en baterías, cargadores de baterías, reguladores, motores e inversores empleados para la fabricación de motocicletas y vehículos automotores. Seguidamente se diseñarán e implementarán los esquemas y montajes de ensayo, selección de equipos de prueba más adecuados para realizar los ensayos.

Simultáneamente, los integrantes del laboratorio serán formados en ISO/IEC 17025:2017, se realizarán capacitaciones internas de forma permanente de los ensayos y del sistema de gestión del laboratorio.

Desde el inicio del proyecto, se contará con el apoyo de un asesor nacional, experto en la implementación de sistemas de gestión para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración bajo ISO/IEC 17025:2017, con formación como líder implementador, auditor interno y con experiencia en la acreditación de laboratorios.

Desde el año 2018, el laboratorio de ensayos electromecánicos, realiza ensayos dieléctricos con trazabilidad, a elementos de protección personal y equipos de trabajo en línea viva como pértigas, guantes dieléctricos, cobertores de línea, varas aislantes, detectores de tensión, tapetes dieléctricos, carrocanasta, herramienta menor, entre otros, a la empresa de Energía de Boyacá S.A. E.S.P. y contratistas de Enerca S.A. E.S.P. La presentación de ofertas, recepción, manipulación de elementos bajo ensayo e informes emitidos, se están elaborando de acuerdo a la ISO/IEC 17025:2017. A partir del 2019, el laboratorio inició con la gestión documental en ISO/IEC 17025:2017 y adecuación de la infraestructura en la búsqueda de la acreditación de ensayos dieléctricos a elementos de protección personal.

---

---

La implementación de los nuevos ensayos a paneles solares, baterías, inversores, reguladores, cargadores y motores para motocicletas y vehículos eléctricos, es acorde con la misión y visión del laboratorio de ensayos electromecánicos, por otra parte, los avances en el sistema de gestión del laboratorio permitirán llevar a cabo el cumplimiento del objetivo de solicitar la acreditación de por lo menos dos ensayos en baterías, reguladores, cargadores, y/o inversores. Aproximadamente, tres o cuatro meses antes de la solicitud de acreditación de los ensayos, se realizará una auditoría interna con un Profesional Técnico ONAC, en ensayos eléctricos, con el fin de poder realizar las correcciones y adecuaciones necesarias antes de la finalización del proyecto.

De manera general se define que el proyecto es una investigación de tipo cualitativo.

## RESULTADOS

° Estaciones de carga de vehículos eléctricos.

· Presentación de anteproyecto de grado titulado “IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS ELÉCTRICOS A ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS E INVERSORES PARA FORTALECER LOS SERVICIOS PRESTADOS POR EL LABORATORIO DE ENSAYOS ELECTROMECAÑICOS DE LA UPTC”

En el que se encuentra el manual de procedimientos de ensayo a estaciones de carga de vehículos eléctricos modo operativo de carga 3 conector tipo 2, formato de toma de datos y formato de informe.



· Ponencia a presentar en el VI Encuentro de Investigación Universitaria (ENIIU) titulada “Implementación de ensayos eléctricos a estaciones de carga para vehículos eléctricos y a cables de carga de vehículos eléctricos, para impulsar la transición energética y ofrecer seguridad a los usuarios de vehículos eléctricos”.

· Ponencia a presentar en el VI Encuentro de Investigación Universitaria (ENIIU) titulada “Movilidad eléctrica: Identificación de las principales problemáticas de su incursión a diferentes escalas con énfasis en el caso colombiano”.

---

# Capacitación del personal del laboratorio en la Norma NTC/ISO/IEC 17025:2017



Realización de cursos y eventos certificados Jornada de movilidad eléctrica, duración de 12 horas.

LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA, EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS GridsE DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA, INVITAN A LAS JORNADAS DE CAPACITACIÓN EN MOVILIDAD ELÉCTRICA:

**Miércoles 23 de marzo de 2022**

- Recomendaciones de uso de vehículos eléctricos y fallas frecuentes de vehículos y motos eléctricas

**Jueves 24 de marzo de 2022**

- Pruebas de rutina para la verificación de componentes eléctricos de vehículos y motocicletas eléctricas.

**Lunes 28 de marzo de 2022**

- Mantenimiento de vehículos y motocicletas eléctricas.

Lugar: UPTC Duitama, auditorio Surba, edificio Cacique Tundama.  
Hora: 2:00 a 6:00 p.m.  
Certificado por asistencia completa  
Cupos limitados

**¡ Entrada libre !**

ALIANZA: UPTC-INM-MINCIENCIAS, CONVOCATORIA MINICIENCIAS 888-2020

Curso de conversión de vehículos de combustión a eléctricos, duración de 12 horas

LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA, EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS GridsE DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA, INVITAN:

**CURSO DE CONVERSIÓN DE VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN A ELÉCTRICOS**

**Miércoles 22 de junio de 2022**

- Horario: 10 a 12 am – 2 a 6 pm

**Jueves 23 de junio de 2022**

- Horario: 10 a 12 am – 2 a 4 pm.

Lugar: UPTC Duitama –Edificio Cacique Tundama  
Auditorio Bonza  
Certificado por asistencia completa  
Cupos limitados

**¡ Entrada libre !**

ALIANZA: UPTC-INM-MINCIENCIAS, CONVOCATORIA MINICIENCIAS 888-2020

---

## IMPACTOS ESPERADOS

- A corto plazo, contar con un laboratorio que preste los servicios de ensayos eléctricos a baterías, cargadores, inversores, reguladores y motores para motocicletas eléctricas, vehículos eléctricos de turismo, entre otro tipo de vehículos para la movilidad eléctrica, generando un aumento en el número de empresas dedicadas a la importación, ensamble y/o fabricación de este tipo de transporte, y al fortalecimiento del turismo en Boyacá, apoyando la reactivación de la economía de la región y el país.
  - El proyecto permitirá implementar nuevos servicios de ensayos a baterías, cargadores, inversores, controladores en el Laboratorio de Ensayos Electromecánicos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia para fortalecer las capacidades tecnológicas del Departamento de Boyacá y de las empresas de carrocería que actualmente están incursionando en la fabricación y ensamble de motocicletas eléctricas y vehículos eléctricos.
  - Este proyecto contribuirá significativamente a las empresas del sector de carrocerías de Boyacá, con el fin prestar los servicios de ensayos eléctricos a baterías, controladores, cargadores e inversores que serán empleados en la fabricación de motocicletas y vehículos eléctricos, ya que actualmente no existe un laboratorio de este tipo, aportando a las empresas que están iniciando en el ensamble, fabricación y conversión a eléctricos, siendo un impacto positivo para el sistema de calidad de Boyacá y el país, para la movilidad eléctrica y para el medio ambiente.
  - A mediano plazo, las empresas del sector de carrocerías y las nuevas empresas que se dediquen a fabricación, ensamble o conversión de vehículos de combustión a eléctricos en el Departamento de Boyacá, podrán contar con un laboratorio imparcial que preste el servicio de ensayos eléctricos esenciales para mejorar de forma permanente la calidad de sus motocicletas y vehículos eléctricos, siendo un aporte positivo para el Subsistema Nacional de la Calidad del país y para la sociedad en general, apuntando en la protección del consumidor de este tipo de motocicletas y vehículos.
  - Disponer de un laboratorio que preste los servicios de ensayos eléctricos a baterías, cargadores, inversores, reguladores y motores para motocicletas eléctricas y vehículos eléctricos en general, además de aportar a las empresas del sector de carrocerías en el ensamble y fabricación de este tipo de vehículos, permitirá implementar y/o acreditar ensayos para los elementos de instalaciones solares fotovoltaicas, siendo un aporte positivo para las empresas del sector eléctrico de la región y para el país, impulsando la Ley 1715 de 2014 que tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional.
  - La prestación de servicios de ensayos eléctricos a baterías, cargadores, inversores, reguladores y motores para motocicletas y vehículos eléctricos permitirá incentivar el uso de este tipo de vehículos, apuntando al cumplimiento de los tratados internacionales del país y las políticas nacionales para motivar y fortalecer e incrementar el uso de la movilidad eléctrica, siendo un aporte positivo para la reducción de la contaminación y la conservación del medio ambiente.
-

---

· La acreditación de los ensayos del laboratorio de Ensayos Electromecánicos de la UPTC en NTC/ISO/1705:2017, permitirá aumentar su portafolio de servicios, además de que sean cada vez más eficientes, generando un impacto positivo para la prestación de servicios por extensión, servicios que forman parte de la misión y visión de la Universidad y tienen como una finalidad establecer procesos de interacción e integración de la Universidad con las empresas públicas y privadas y la sociedad en general. Se satisface la ausencia de un laboratorio de este tipo en los departamentos de Boyacá, Casanare, Arauca y Santander, lo cual permite contribuir significativamente en la sociedad, la academia y la investigación, así como también ser una modalidad de extensión que permita generar ingresos para el funcionamiento propio del laboratorio y para fortalecer las capacidades de mejoramiento continuo e innovación del laboratorio. Finalmente, se proyecta desde el inicio de la investigación, iniciar con la creación de un centro de entrenamiento en energía solar fotovoltaica, componentes eléctricos en vehículos de movilidad eléctrica y sus ensayos, para la formación y capacitación de futuros profesionales en estas temáticas, acorde a las tendencias mundiales de este tipo de tecnologías, siendo un aporte positivo para la sociedad.

## REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Transportes, movilidad y agenda urbana. España, «Informe Global EV Outlook 2022 sobre vehículo eléctrico,» *es.movilidad*, 12 Julio 2022. [En línea]. Available: <https://esmovilidad.mitma.es/noticias/informe-global-ev-outlook-2022-sobre-vehiculo-electrico>.
- [2] Electromaps, «Puntos de Recarga en Colombia,» 10 18 2022. [En línea]. Available: <https://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/colombia>.
- [3] Carlos Casallas, «Ecovehículos Colombia,» [En línea]. Available: <https://ecovehiculos.co/landing/>.
- [4] EVCO, «Electric Vehicles Conversion,» [En línea]. Available: <https://www.evco.com.co/>.
- [5] Javier Roldán, «EOLO motors,» [En línea]. Available: <https://eolomotors.com/>.
-

## LA ESCUELA DE EDUCACIÓN INDUSTRIAL CELEBRÓ POR TERCERA OCASIÓN EL DÍA DEL EDUCADOR EN TECNOLOGÍA

### Autor

Mg.E. Javier David Paredes Daza

Docente, Licenciatura en Tecnología



El pasado 12 de agosto de 2022 en las instalaciones del Centro de Eventos “Hacienda Villa Blanca” (kilómetro 3 vía Santa Rosa de Viterbo), el programa de Licenciatura en Tecnología adscrito a la Escuela de Educación Industrial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sede Duitama, rindió, por tercera ocasión, un significativo homenaje al Educador en Tecnología en presencia de su comunidad educativa.

La apertura del evento fue realizada por la Directora de la Escuela en mención, Doctora Francly Mayoli Casallas Caicedo, quien dio la bienvenida a los asistentes y agradeció su participación en tan memorable celebración. Posteriormente, en el desarrollo de las actividades académicas intervinieron el Doctor Jairo Botero Espinosa, la Licenciada Nancy Fabiola Niño Dueñez y algunos estudiantes del programa de Licenciatura en Tecnología. El Doctor Jairo es autor del libro “Educación STEAM – Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender”, primer libro en idioma español sobre educación STEM. Además, es cofundador del Colectivo Nacional de Educación STEM – CONASTEM y miembro tanto de la Asociación Internacional de Profesores de Tecnología e Ingeniería (ITEEA) como de la Asociación Nacional de Docencia de las Ciencias de los Estados Unidos (NSTA).

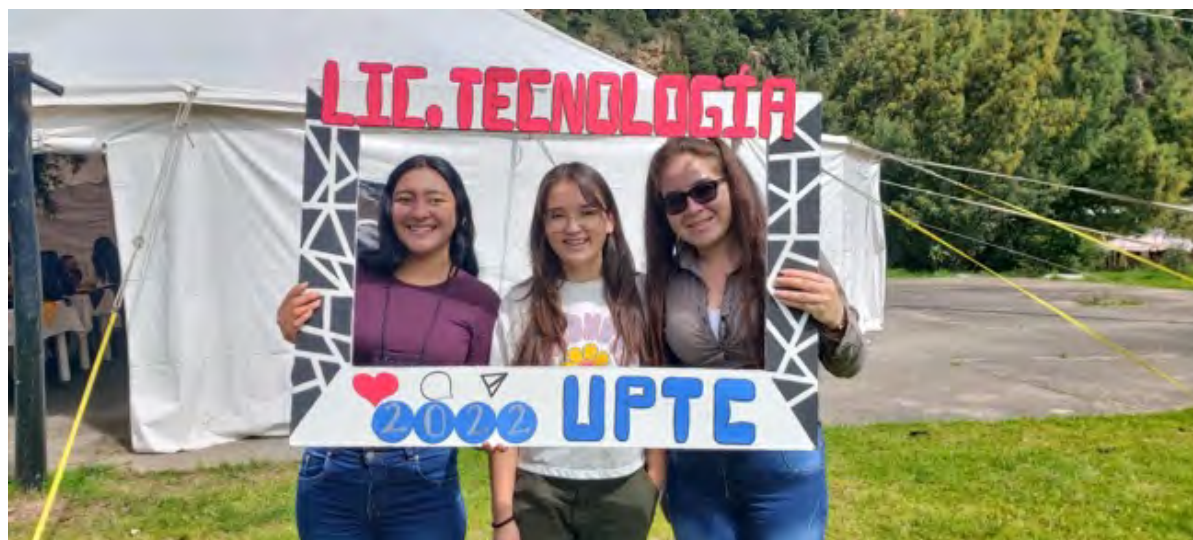




La profesora Nancy dirige el taller de Artes Plásticas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sede Duitama (Área Cultural de Bienestar Universitario) y está a cargo del proyecto “Bienvenidos Sumercé Fauna, Flora colombiana y la Mujer” 2022, del cual forman parte tres estudiantes del programa de Licenciatura en Tecnología, a saber: José David López Parra, Angie Jimena Siabato Castillo y Diana Cárdenas, quienes a través de sus obras en óleo como la mariposa morpho azul, la hilandera y la Orquídea Cattleya Trianae, respectivamente, dieron a conocer su experiencia en dicho proyecto dejando entrever la relación entre la tecnología y el arte.



En horas de la tarde y luego de compartir en comunidad un delicioso almuerzo, se dio paso a las actividades de recreación en las que se destacaron el mini tejo, el bubble soccer (los integrantes de cada equipo juegan al fútbol metidos en una burbuja gigante que recubre su cuerpo), bolirana, entre otros. Siendo esta una oportunidad para compartir entre amigos, fortalecer lazos de fraternidad y estar reunidos como la familia que somos.





Seguidamente, la actividad cultural estuvo a cargo de la Tuna Universitaria de Duitama, la cual está conformada por varios egresados del programa de Licenciatura en Tecnología. Al concluir la tarde se dio cabida a la fiesta de integración, momento de esparcimiento al compás de la música.



Luego de dos años de no llevar a cabo este significativo encuentro, por causa del confinamiento derivado de la pandemia de COVID-19, se destaca el compromiso del grupo de profesores y de estudiantes, que de manera desinteresada aunaron esfuerzos en pro de que este tercer encuentro fuera todo un éxito. Finalmente, cabe mencionar que este tipo de celebraciones de índole académico, deportivo y cultural, son fundamentales en los propósitos que conducen a que en la Escuela de Educación Industrial se formen profesionales autónomos, críticos, propositivos, creativos, sensibles a su entorno, con actitud ética, respeto por la diversidad, entre otros.

## 11° ENCUENTRO NACIONAL y 15° DEPARTAMENTAL DE DOCENTES DEL SECTOR ELÉCTRICO: “UN REENCUENTRO EN EL SABER”

### Autor

Mg.E. Javier David Paredes Daza

Docente, Licenciatura en Tecnología

El pasado 13 y 14 de octubre de 2022 se llevó a cabo, en el Hotel El Lago de Paipa (Boyacá), el 11° Encuentro Nacional y 15° Departamental de Docentes del Sector Eléctrico – EDSE, el cual se hace posible gracias a la acción conjunta entre la Empresa de Energía de Boyacá - EBSA y la Escuela de Educación Industrial con su programa de Licenciatura en Tecnología de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sede Duitama. Su objetivo principal es el de generar un espacio de reflexión en torno a la enseñanza de la electricidad, que permita a todos los estamentos del país involucrados con esta área, compartir sus avances y experiencias para así lograr incrementar el desempeño académico y mejorar las competencias de los futuros técnicos, tecnólogos y profesionales.

La décimo quinta versión del EDSE, estuvo marcada por dos aspectos importantes. El primero, el reencuentro presencial después de tres años marcados por las dificultades y retos derivados por la pandemia mundial. El segundo, el reconocimiento especial a un evento que durante 15 años ha buscado fortalecer los procesos académicos de una importante área del saber, como lo es la electricidad, asumida como una de las principales formas de energía, indispensable para las actividades humanas y el desarrollo en todas sus dimensiones (UPTC, 2022).



Durante estos quince años se ha tenido el privilegio de contar con la participación de docentes provenientes de distintas partes del país, quienes año tras año hacen un esfuerzo importante para desplazarse desde sus lugares de origen, con el único propósito de cualificarse y poder llevar a sus aulas las últimas tendencias en cuanto a seguridad, actualidad, normatividad, didáctica, medio ambiente y relaciones humanas se refiere.

Todo lo anterior gracias a los esfuerzos hechos por la Empresa de Energía de Boyacá, en cumplimiento de su política de responsabilidad social; la Universidad pedagógica y Tecnológica de Colombia, representada en la Escuela de Educación Industrial, en atención a su función misional; y la participación de entidades públicas y privadas que siempre han apoyado el evento, conformando así el nodo Universidad – Empresa- Estado, como elemento principal para el desarrollo del país (UPTC, 2022).

De acuerdo con lo expuesto previamente y teniendo presente la filosofía del EDSE, en su décimo quinta versión se abordaron temas asociados con la educación STEM, la implementación de la industria 4.0, los comportamientos para la felicidad, el sistema de transmisión regional, la cultura de seguridad, la generación de energía eléctrica, la seguridad en alturas, y las edificaciones LEED. En concordancia con lo anterior, a continuación, se dan a conocer el nombre de los conferencistas invitados y el título de las temáticas expuestas por ellos.

CONFERENCISTA	TÍTULO DE LA CONFERENCIA
Dr. Jairo Botero Espinosa	Educación STEM, apoyo fundamental para el educador en tecnología - Consejo Nacional de Educación STEM- CONASTEM
Ing. Andrés Felipe Hernández	Retos de la educación colombiana para la implementación de la industria 4.0 - Festo S.A.S
Dra. Zaidy Luney Cruz Estupiñan	Comportamientos para la felicidad como estrategia en salud mental – Empresa de Energía de Boyacá S.A – E.S.P.
Ing. Hugo Emiro Vega	Avances y proyecciones en el Sistema de Transmisión Regional – Empresa de Energía de Boyacá S.A – E.S.P.
Ing. Álvaro Genry Espinel Ríos	Cultura de seguridad desde las aulas - Empresa de Energía de Boyacá S.A – E.S.P.
Ing. Fabio Peña	Nuevo enfoque de la seguridad en alturas – Suba & Solar
Ing. Adán Bautista Morantes	Prospectivas de generación de energía eléctrica a partir de fuentes no convencionales en Boyacá – Empresa de Energía de Boyacá S.A – E.S.P.
Ing. Frederick Alexander Orloff	Edificaciones LEED: Ventajas legislativas, eficiencia energética y procesos de implementación - Legrand Colombia S.A

Por otra parte, cabe destacar que gracias al compromiso y liderazgo de la Empresa de Energía de Boyacá S.A y del Programa de Licenciatura en Tecnología, en cabeza del Profesor Gilberto Casas Tiria y su grupo de trabajo, se llevó a feliz término este evento.

#### REFERENCIA

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (2022). 11º Encuentro nacional y 15º Departamental de docentes del sector eléctrico. [https://www.uptc.edu.co/sitio/portal/cal\\_not\\_eve/eventos-det/11-Encuentro-nacional-y-15-Departamental-de-docentes-del-sector-electrico-2022.10.13/?instancedate=1665666000000](https://www.uptc.edu.co/sitio/portal/cal_not_eve/eventos-det/11-Encuentro-nacional-y-15-Departamental-de-docentes-del-sector-electrico-2022.10.13/?instancedate=1665666000000)

## 12° MUESTRA ESTUDIANTIL DE TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO

### **Autor**

Mg.E. Javier David Paredes Daza  
Docente, Licenciatura en Tecnología

Entre los días 10 y 11 de noviembre de 2022 en las instalaciones de la Cámara de Comercio de la ciudad de Duitama, se llevó a cabo la 12ª Muestra Estudiantil de Tecnología, Innovación y Emprendimiento - METIE; la cual se hace posible gracias a la acción conjunta de instituciones como la Cámara de Comercio de Duitama, la Alcaldía de Duitama (a través de las Secretarías de Educación y de Industria, Comercio y Turismo) y la Escuela de Educación Industrial con su programa de Licenciatura en Tecnología de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sede Duitama.

La Muestra Estudiantil de Tecnología, Innovación y Emprendimiento se ha proyectado como un evento propicio donde la creatividad e innovación de nuestros estudiantes y docentes, de educación básica y media, se concretan en propuestas de proyectos productivos con fines académicos o comerciales. Estas propuestas tienden a ser el resultado de experiencias significativas de aula en las áreas de Tecnología, Informática y Técnica de las diversas instituciones educativas de la ciudad de Duitama y de municipios circunvecinos.



De esta manera, en el año 2022 la Muestra siguió reuniendo a las Instituciones Educativas, de carácter técnico y académico, alrededor de la Tecnología y el Emprendimiento, con la exposición de los proyectos desarrollados en las diferentes áreas. Por consiguiente, no cabe duda de que este evento continúa promoviendo, entre otras cosas, la creatividad y la inventiva en nuestros estudiantes.



Los organizadores del evento dieron la bienvenida a 22 instituciones, de las cuales 9 son de carácter técnico (54 proyectos inscritos, 157 estudiantes expositores y 29 docentes acompañantes) y 13 de índole académica (63 proyectos inscritos, 180 estudiantes expositores y 22 docentes acompañantes). Los proyectos presentados por las diversas instituciones técnicas y académicas se enfocaron en las siguientes temáticas: Herramientas informáticas; Diseño; Recursos y medio ambiente; Fuentes alternativas y uso racional de la energía; Sistemas básicos de control; Robótica; Bienes y servicios con valor agregado.



A continuación, se dan a conocer las Instituciones de carácter Académico que fueron premiadas como reconocimiento a la creatividad, innovación, normatividad, exposición y componente investigativo en cada uno de sus proyectos:

---

## RESULTADOS FINALES COLEGIOS ACADÉMICOS

---

### SISTEMAS DE CONTROL

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Cultivo Hidropónico Inteligente Controlado por Arduino	Institución Educativa Silvestre Arenas	Camilo Chaparro Vega	Jhon Sebastián Rodríguez Orduz

---

### ROBOTICA

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Tanque Robótico	Institución Educativa El Rosario de Paipa	Julián David Díaz C. María Fernanda Lara J. Camilo Stiven Mateus B. María José Galvis S.	Jhon Sebastián Rodríguez Orduz

---

### HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Conoce mi Colegio	Colegio Guillermo León Valencia	Astrid Carolina Araque J. Luis Arvey Avila Adame	Rosa Guerrero Sanabria

---

### DISEÑO

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Fabricación y Programación de un Prototipo Electrónico para Personas con Ausencia de Miembro Superior Derecho	Colegio La Presentación	Diana Yulieth González V. Paula Alejandra Zorro P. Daniel Felipe Rodríguez N Laura Estefanía Suares P.	Milton Rolando Martínez López

---

### FUENTES ALTERNATIVAS Y USO RACIONAL DE LA ENERGÍA

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Prototipo de un Sistema de Calefacción Postincubadora para	Institución Educativa	Andrés Felipe Briceño T. David Alejandro Puerto B.	Javier Enrique Álvarez Palacios
Especies Menores Gestionado por Internet y Energizado con Energía Fotovoltaica		Cristian David Prada T. Maykol Julián Rodríguez B.	

---

## RECURSOS Y MEDIO AMBIENTE

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Limpiando El Lago Sochagota	Institución Educativa Suazapawa	Ana María Vásquez C. Carla Fernanda González Salomón Jarro Cerón	Oscar Roberto Fonseca Barrera

## BIENES Y SERVICIOS CON VALOR AGREGADO

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Pro Dale	Institución Educativa Suazapawa	Andrés Felipe Martínez M Andrés Camilo Gómez L.	Oscar Roberto Fonseca Barrera

Seguidamente, se presentan las Instituciones de carácter Técnico que fueron premiadas como reconocimiento a la creatividad, innovación, normatividad, exposición y componente investigativo en cada uno de sus proyectos:

## RESULTADOS FINALES COLEGIOS TÉCNICOS

### ROBOTICA

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Diseño, Construcción e Implementación de un Robot Educativo para Dinamizar las Clases de Preescolar del Instituto Técnico Santo Tomas de Aquino	Instituto Técnico Santo Tomas de Aquino	Santiago Bonza Camargo Karol Juliana Medina Joya Elizabeth Palacios	Andrés Leonardo Albarracín Montaña

### HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Diseño y Elaboración de una Página Web Institucional para el Colegio Técnico Municipal Francisco de Paula Santander	Colegio Técnico Municipal Francisco de Paula Santander	Yojham Arley Villamizar Barbosa	Julián David Monroy Neira

---

### DISEÑO

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Carro Automático para Amoladora Angular	Instituto Técnico Industrial Rafael Reyes	Dailin Vanesa Aguilar R. María Fernanda Rodríguez N. Cristian Santiago Lozano V. Sharon Michell Buitrago R.	Jorge Torres

---

### FUENTES ALTERNATIVAS Y USO RACIONAL DE LA ENERGÍA

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Generador Solar	Institución Educativa Técnica Industrial de Turmequé	Diana Katerine Puentes W. Yeferson David Bolívar B. Yamih Esthiven Rubiano R.	Alexander Tibaduiza Torres

---

### RECURSOS Y MEDIO AMBIENTE

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Sistema Automático de Recolección de Residuos Teleoperado	Instituto Técnico Industrial Rafael Reyes	Manuel Rojas Andrés Murcia Laura Infante Diego Niampira	Diego Armando Gámez

---

### BIENES Y SERVICIOS CON VALOR AGREGADO

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Producción y Comercialización de Ovinos en Etapa de Engorde de la Raza Katahdin y Pelibuey Bajo Bpp en la Vereda Avendaños Tres del Municipio de Encino, Santander	Institución Educativa Agroindustrial Francisco Medrano	Duvan Alcides Solano Albarracín  Leidy Alejandra García Pérez	Jenny Mariela Paéz López

---

### SISTEMAS DE CONTROL

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Llave Virtual	Institución Educativa Técnica Industrial De Turmequé	Jhon Freiman Contreras G. Ismael Alirio Lasso C. Esteban Alejandro L. Uriel Enrique A.	Alexander Tibaduiza Torres

Asimismo, se hizo reconocimiento a los participantes más jóvenes de la Muestra:

### ESULTADOS FINALES CATEGORIA ESPECIAL

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
Fuente de Agua	Colegio Jorge Tadeo Lozano	María Gabriela Barrero González Andres Camilo Goyeneche Niño	Mónica Chaparro

### RECURSOS Y MEDIO AMBIENTE

NOMBRE DE PROYECTO	INSTITUCION EDUCATIVA	INTEGRANTES	DIRECTOR DE PROYECTO
La Resbalasura	Colegio Comfaboy	Samuel Felipe Rojas Chaparro	Andrea Molano Rueda

Por último, se premió tanto a los ganadores del concurso de seguidores de línea (Categoría Amateur y Categoría Avanzado) como a los ganadores del concurso de Robótica "ROBOT SUMO", cuyos organizadores fueron los profesores del programa de Licenciatura en Tecnología de la UPTC, Sede Duitama, Eduar Rodolfo Becerra y Diego Gerardo Rojas Rojas, siendo este último docente, quien aportó los premios entregados en dichos concursos.

### GANADORES CONCURSO SEGUIDORES DE LÍNEA

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA Y/O COLEGIO	CATEGORÍA SEGUIDOR DE LÍNEA	INTEGRANTES
Institución Educativa El Rosario de Paipa	Componentes electrónicos básicos	Ana María Gómez Karen Sofía Cuenu Oscar Felipe Cruz Juan David Ramírez

---

## GANADORES CONCURSO SEGUIDORES DE LÍNEA

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA Y/O COLEGIO	CATEGORÍA SEGUIDOR DE LÍNEA	INTEGRANTES
Institución Educativa Agroindustrial La Pradera	Microcontroladores	Valeria Estefanía Sánchez Doris Mayerly Ochoa Juan Sebastián Suárez Josman Stick Saavedra

---

## GANADORES CONCURSO DE ROBÓTICA

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA Y/O COLEGIO	CATEGORÍA	INTEGRANTES
Institución Educativa El Rosario de Paipa	ROBOT SUMO	Roger Fabián Sandoval Jonathan Esteban Cruz Mónica Valentina Cepeda Paula Andrea Bravo

Aunque el éxito de la muestra se debe en gran parte a las diferentes instituciones patrocinadoras que han sumado sus esfuerzos en su planeación, organización y ejecución; cabe destacar la constante, significativa y ardua labor realizada por el ingeniero Oliverio Duran y su grupo de trabajo. Sin duda, su experiencia y entrega le han permitido liderar exitosamente cada uno de los eventos realizados por más de 10 años.



**Uptc**<sup>®</sup>  
Universidad Pedagógica y  
Tecnológica de Colombia



ACREDITACION INSTITUCIONAL  
**INTERNACIONAL**  
2022 - 2027

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL  
**DE ALTA CALIDAD**  
MULTICAMPUS  
RESOLUCIÓN 023655 DE 2021 MEN / 6 AÑOS

**RED@CTOR**

WWW.UPTC.EDU.CO