

# Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia



Universidad  
**Mariana**

Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983

Fabio Camilo Gómez Meneses  
Leidy Marcela Gómez  
Juan Pablo García

Compiladores

# Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia



Universidad  
**Mariana**

Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983



Editorial  
**UNIMAR**

---

Colección  
**Evento**

---

**2023**

Fabio Camilo Gómez Meneses  
Leidy Marcela Gómez  
Juan Pablo García

---

Compiladores

Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia / compiladores, Fabio Camilo Gómez Meneses, Leidy Marcela Gómez, Juan Pablo García. -- San Juan de Pasto: Editorial Unimar, 2023.

1 recurso en línea: archivo de texto: PDF -- (Colección evento 2023)

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-628-7548-24-4

1. Investigación científica - Congresos, conferencias, etc. I. Gómez Meneses, Fabio Camilo, compilador II. Gómez, Leidy Marcela, compiladora III. García, Juan Pablo, compilador

CDD: 001.4 ed. 23

CO-BoBN– a1121157



Título del libro: Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia

e-ISBN: 978-628-7548-24-4

Formato: 18 cm x 26 cm – Digital

Páginas: 229

Fecha: 2023

© Editorial UNIMAR, Universidad Mariana

© Fabio Camilo Gómez Meneses - compilador

© Leidy Marcela Gómez - compiladora

© Juan Pablo García López - compilador

**Universidad Mariana**

Hna. **Aylem del Carmen Yela Romo** f.m.i.

Rectora

**Judy Basante Castro**

Vicerrectora Académica

**Ángela María Cárdenas Ortega**

Directora de Investigaciones

**Luz Elida Vera Hernández**

Directora Editorial UNIMAR

## **Editorial UNIMAR**

**Luz Elida Vera Hernández**

Directora Editorial UNIMAR

**Ana Cristina Chávez López**

Corrección de Estilo

**Johan Esteban Botina**

Diseño y Diagramación

### **Correspondencia:**

Editorial UNIMAR, Universidad Mariana

San Juan de Pasto, Nariño, Colombia, Calle 18 No. 34 – 104

Tel: 6027244460 Ext. 185

E-mail: [editorialunimar@umariana.edu.co](mailto:editorialunimar@umariana.edu.co)

### **Depósito Digital**

Biblioteca Nacional de Colombia, Grupo Procesos Técnicos, Calle 24, No. 5-60 Bogotá D.C., Colombia.

Biblioteca Hna. Elisabeth Guerrero N. f.m.i. Calle 18 No. 34-104 Universidad Mariana, San Juan de Pasto, Colombia.

**Disponible en:** <http://editorial.umariana.edu.co/libros>

**Cítese como:** Gómez-Meneses, F. C., Gómez, L. M. y García-López, J. P. (comps.) (2023). *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia*. Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207>



Las opiniones contenidas en el presente libro no comprometen a la Editorial UNIMAR ni a la Universidad Mariana, puesto que son responsabilidad única y exclusiva de los autores; de igual manera, ellos han declarado que en su totalidad es producción intelectual propia, en donde aquella información tomada de otras publicaciones o fuentes, propiedad de otros autores, está debidamente citada y referenciada, tanto en el desarrollo del documento como en las secciones respectivas a la bibliografía.

El material de este libro puede ser reproducido sin autorización para uso personal o en el aula de clase, siempre y cuando se mencione como fuente su título, autores y editorial. Para la reproducción con cualquier otro fin es necesaria la autorización de la Editorial UNIMAR de la Universidad Mariana.



Este libro está bajo licencia internacional

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

# Contenido

|                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Prólogo                                                                                                                                                                                             | 9  |
| Presentación                                                                                                                                                                                        | 10 |
| Capítulo 1. <b>Tecnología de asistencia para apoyar la movilidad de personas con discapacidad visual. San Juan de Pasto</b>                                                                         | 12 |
| Paola Andrea Izquierdo Muñoz, Karen Tatiana Burbano Vallejo,<br>Marlon Fernando Jaramillo Prado                                                                                                     |    |
| Capítulo 2. <b>APPRE - Aplicativo móvil para la rehabilitación en Actividades de la Vida Diaria para patologías osteomusculares de miembro superior</b>                                             | 24 |
| Ángela María Ávila Potosí, Tatiana Alexandra Burgos Mallama,<br>Luis Alejandro Ceballos Burgo, Eliana Gabriela Mallama<br>Campaña, Iván Heriberto Méndez Salazar, Karen Gabriela<br>Solarte Giraldo |    |
| Capítulo 3. <b>KARBS: Aplicación para conteo y control de carbohidratos para personas con diabetes tipo 1</b>                                                                                       | 34 |
| Tatiana Alejandra Narváez de los Ríos                                                                                                                                                               |    |
| Capítulo 4. <b>Plan de Negocios para la creación de una aplicación móvil para la prestación de servicios de ambulancias en el municipio de Pasto</b>                                                | 46 |
| Alejandro Luna Pascuas, Jonathan Armando Vásquez Barahona,<br>Ángela Tatiana Jamauca Ramos                                                                                                          |    |
| Capítulo 5. <b>Incentivos electorales para combatir el abstencionismo en la democracia pastusa: uso de las redes sociales y comunicación digital</b>                                                | 60 |
| Valentina Esther Paredes Mora                                                                                                                                                                       |    |
| Capítulo 6. <b>Racismo y discriminación hacia las comunidades negras de Tumaco en medios de comunicación nariñenses respecto al COVID-19</b>                                                        | 73 |
| Ángela María Burbano Rivera, Angie Daniela López Benavides,<br>Michael Estiben Arroyo Angulo                                                                                                        |    |

|              |                                                                                                                                                           |            |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Capítulo 7.  | <b>Composición nutricional y sensorial del fruto tradicional Caimito (<i>chrysophyllum caínito</i> l) de la región pacífico sur nariñense</b>             | <b>80</b>  |
|              | Karen Alejandra Barba Rosero, Verónica Tatiana Salgar Solarte                                                                                             |            |
| Capítulo 8.  | <b>Propiedades nutricionales del fruto tradicional Ciruelo (<i>Spondias Dulcis</i>) de la región pacífico sur nariñense</b>                               | <b>88</b>  |
|              | Laura Alejandra Arteaga Bolaños, Clariza Stefania Galvez Portilla                                                                                         |            |
| Capítulo 9.  | <b>Estudio de factibilidad para el montaje de una planta productora y comercializadora de amaranto en el municipio de Consacá, departamento de Nariño</b> | <b>97</b>  |
|              | Diana Marcela Gelpud Criollo, Nathaly Valentina Gómez Macías, Jelsyn Julieth Jaimes Urbano                                                                |            |
| Capítulo 10. | <b>Creación de un centro de recreación y deporte dirigido a personas en situación de discapacidad en la ciudad de San Juan de Pasto</b>                   | <b>113</b> |
|              | Ángela Sofía Romo Rosero                                                                                                                                  |            |
| Capítulo 11. | <b>Empresa productora y comercializadora de Coconut, una bebida natural a base de agua de coco</b>                                                        | <b>125</b> |
|              | Karen Lucía González Perdomo, Ángela Carolina Moncayo Paz, Karenth Lucía Pinza Pinza                                                                      |            |
| Capítulo 12. | <b>Evaluación del nailon tensado como alternativa no convencional en elementos estructurales</b>                                                          | <b>137</b> |
|              | Luis Sebastián Acosta Regalado, Alexander Steeven Bethancourt Díaz, Britany Esneidan Chamorro Galarza                                                     |            |
| Capítulo 13. | <b>Mezclas asfálticas tibias implementando aceite crudo de palma</b>                                                                                      | <b>147</b> |
|              | Ana Gabriela Moncayo Obando, Cristian Roberto Pantoja Montero                                                                                             |            |
| Capítulo 14. | <b>Revisión documental: efectos cognitivos al jugar videojuegos</b>                                                                                       | <b>155</b> |
|              | Ana Lucía Burbano Bravo, María Isabel Folleco Andrade                                                                                                     |            |

|                                                                                                                                                                                                         |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Capítulo 15. <b>Acondicionamiento del combustible bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) por medio de la pirólisis para la reducción de emisiones atmosféricas en Sandoná - Nariño</b> | <b>164</b> |
| Carol Julieth Montezuma Guerrero, Jefferson Giovanni Nasner Tello, Milton Camilo España Benavides, Juan Carlos Narváez Burgos                                                                           |            |
| Capítulo 16. <b>Evaluación de tres pretratamientos por hidrólisis aprovechando residuos de café para la producción de bioetanol</b>                                                                     | <b>181</b> |
| Andrés Hernán Rosero Erazo, Cristian Fernando Delgado Coral, Juan Carlos Narváez Burgos                                                                                                                 |            |
| Capítulo 17. <b>Evaluación del cambio de algunas propiedades del suelo en proceso de desertificación al aplicar biochar como enmienda orgánica, corregimiento de El Remolino, Taminango</b>             | <b>201</b> |
| Angie Paola Rodríguez Araujo, José Daniel Huertas Pérez, Tannia Gisell Arciniegas Benavides, Jenny Lucía Huertas Delgado                                                                                |            |
| Capítulo 18. <b>Evaluación del impacto sobre la quebrada Las Palmas, vereda El Socorro, corregimiento El Encano</b>                                                                                     | <b>217</b> |
| Dania Laritssa Timana Caicedo, Kevin Santiago Ortiz Botina, Rocío del Carmen Ojeda Ocaña                                                                                                                |            |

# Prólogo

Es muy gratificante presentar el libro de memorias del Encuentro Internacional de Semilleros de Investigación del año 2022 realizado en la Universidad Mariana, el cual tuvo como enfoque, la apropiación social del conocimiento y la generación de conocimiento desde la formación en investigación en los estudiantes.

Este evento marca un hito importante en el campo de la investigación, ya que se enfocó en fomentar el diálogo y la colaboración entre investigadores jóvenes semilleros de los diferentes programas académicos, para promover la investigación participativa y la creación de soluciones prácticas a los desafíos sociales y tecnológicos.

El libro de memorias es un testimonio de la creatividad, dedicación y pasión de los jóvenes investigadores que participaron en el evento. A través de sus proyectos, se puede identificar cómo la investigación en la Universidad Mariana es una herramienta poderosa para abordar los problemas de la sociedad y mejorar la calidad de vida de las personas.

Este libro de memorias es una lectura esencial para todos aquellos interesados en la investigación, ya que muestra cómo el conocimiento se puede generar y difundir de manera efectiva para mejorar las vidas de las personas. Además, es una inspiración para los jóvenes investigadores que buscan encontrar su lugar en el mundo de la investigación y hacer una diferencia positiva en el mundo.

Felicitaciones a todos los autores que contribuyeron a este libro de memorias. Agradecemos a los organizadores del evento, por su dedicación y compromiso en la promoción de la investigación participativa y la creación de soluciones prácticas a los desafíos sociales.

**Mag. Fabio Camilo Gómez Meneses**



# Presentación

## La actividad investigativa: pilar para el avance de sociedades

*La investigación es ver lo que todo el mundo ha visto y pensar lo que nadie más ha pensado*

Albert Einstein

La investigación es la piedra angular del avance y, la innovación en cualquier campo del conocimiento. Sin embargo, para que la investigación sea efectiva y eficiente, es esencial contar con una base sólida y una metodología adecuada. Es aquí donde los semilleros de investigación desempeñan un papel fundamental. Si bien la investigación es una actividad que puede tener un impacto significativo en la sociedad y en la vida de las personas, muchas veces esta se limita a un pequeño grupo de expertos, alejando a la mayoría de la población de los beneficios que pueden generar los resultados de la misma.

La actividad investigativa es la clave para el avance del conocimiento en cualquier área del saber. La ciencia nos enseña a conocer, mientras que la ignorancia nos enseña a temer. Y, es precisamente en los semilleros de investigación donde los jóvenes estudiantes universitarios tienen la oportunidad de adquirir y aplicar conocimientos, así como de desplegar habilidades investigativas que les permitirán contribuir al desarrollo de nuevas soluciones y avances.

Estos escenarios académicos e investigativos son fundamentales para fomentar el pensamiento crítico y la innovación, así como para proporcionar herramientas y habilidades que serán de gran ayuda en el futuro profesional de los estudiantes. Por eso, los encuentros de semilleros de investigación permiten difundir y compartir el trabajo de los jóvenes investigadores y, al mismo tiempo, fomentar la colaboración y el intercambio de ideas entre ellos. Estos encuentros son una oportunidad para que los semilleristas de la Universidad Mariana presenten sus proyectos, reciban retroalimentación y, en muchos casos, establezcan conexiones con otros estudiantes y expertos en sus áreas de investigación.

Este libro de memorias es una recopilación de las experiencias y resultados del XIV Encuentro Institucional de Semilleros de Investigación y III Encuentro Internacional de Formación para la Investigación, que tuvo lugar en las instalaciones de la Universidad Mariana los días 20 y 21 de abril de 2022. El libro presenta una variedad de proyectos de investigación, desde las ciencias ambientales y la ingeniería, hasta la educación y las nuevas tecnologías.

El objetivo de este libro es reconocer ese potencial investigativo de los semilleros de investigación y fomentar la colaboración y el intercambio de ideas entre ellos. Esperamos que este libro de memorias inspire a otros jóvenes a involucrarse en la



investigación y a participar en futuros encuentros de semilleros de investigación.  
¡Bienvenidos a las memorias del XIV Encuentro Institucional de Semilleros de  
Investigación y III Encuentro Internacional de Formación para la Investigación!

Mag. **Leidy Marcela Gómez Melo**

# Capítulo 1

## Tecnología de asistencia para apoyar la movilidad de personas con discapacidad visual. San Juan de Pasto

Paola Andrea Izquierdo Muñoz<sup>1</sup>  
Karen Tatiana Burbano Vallejo<sup>2</sup>  
Marlon Fernando Jaramillo Prado<sup>3</sup>

**Cítese como:** Izquierdo-Muñoz, P. A., Burbano-Vallejo, K. T. y Jaramillo-Prado, M. F. (2023). Tecnología de asistencia para apoyar la movilidad de personas con discapacidad visual. San Juan de Pasto. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 12-23). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c331>

### Resumen

El trabajo interdisciplinar entre Terapia ocupacional e Ingeniería de Sistemas dio como resultado, la creación de una aplicación móvil que tiene como objetivo principal, el uso de la tecnología en la asistencia de la movilidad de personas con discapacidad visual. Para ello se empleó mecanismos y herramientas básicas de creación, para obtener la construcción de una inteligencia artificial que permita la detección de posibles obstáculos en la lectura de entornos urbanos en tiempo real. Se concluye que la investigación tiene un peso relevante por la atención a la problemática abordada y la resolución de un problema real en el entorno de la persona con discapacidad.

**Palabras clave:** discapacidad; movilidad; inteligencia artificial; entorno.

### **Assistive technology to support the mobility of visually impaired people San Juan de Pasto**

### Abstract

The interdisciplinary work between Systems engineering and Occupational therapy resulted in the creation of a mobile application whose main objective is the use of

<sup>1</sup> Estudiante de Terapia Ocupacional, Universidad Mariana. Correo: [paolaan.izquierdo@umariana.edu.co](mailto:paolaan.izquierdo@umariana.edu.co)

<sup>2</sup> Estudiante de Terapia Ocupacional, Universidad Mariana. Correo: [karenta.burbano@umariana.edu.co](mailto:karenta.burbano@umariana.edu.co)

<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Universidad Mariana. Semillero ELITE. Correo: [marlonfe.jaramillo@umariana.edu.co](mailto:marlonfe.jaramillo@umariana.edu.co)



technology in assisting the mobility of people with visual disabilities; for this, basic creation mechanisms and tools were used, to obtain the construction of artificial intelligence that allows the detection of possible obstacles in the reading of urban environments in real-time. It is concluded that the research has a relevant weight due to the attention to the problem addressed and the resolution of a real problem in the environment of the person with disabilities.

*Keywords:* Disability; mobility; artificial intelligence; environment.

## **Tecnologia assistiva para apoiar a mobilidade de pessoas com deficiência visual San Juan de Pasto**

### **Resumo**

O trabalho interdisciplinar entre Engenharia de Sistemas e Terapia Ocupacional resultou na criação de um aplicativo móvel cujo objetivo principal é o uso da tecnologia no auxílio à mobilidade de pessoas com deficiência visual; para isso, foram utilizados mecanismos e ferramentas básicas de criação, para obter a construção de inteligência artificial que permite a detecção de possíveis obstáculos na leitura de ambientes urbanos em tempo real. Conclui-se que a pesquisa tem um peso relevante devido à atenção ao problema abordado e à resolução de um problema real no ambiente da pessoa com deficiência.

**Palavras-chave:** deficiência; mobilidade; inteligência artificial; ambiente.

### **Introducción**

El entorno de la población con discapacidad visual es, sin duda alguna, una constante de barreras para el individuo. Cuando hablamos de barreras, nos referimos a todo lo que ocasiona una problemática dentro de su desarrollo.

Dentro de las pruebas de evaluación para definir los problemas más comunes en la movilidad de las personas con discapacidad, se elaboró un instrumento de evaluación basado en los ítems de la clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y la salud (CIF).

Para dar solución a esta problemática, se inició la creación de un demo aplicativo integrado con inteligencia artificial, capaz de reconocer objetos en tiempo real y garantizar al usuario una mejor movilidad en entornos urbanos.

### **Planteamiento del problema**

¿Cómo emplear la tecnología de asistencia para contribuir a la participación de la movilidad de las personas con discapacidad visual en la ciudad de San Juan de Pasto?



## Justificación

Según datos suministrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2020), es posible mencionar que en la ciudad de Pasto existe un gran porcentaje de población con discapacidad visual (4 956 personas en el año 2018), aspecto que se constituye en un interés para ser investigado y así, poder identificar una de las necesidades de la población en el marco de la movilidad.

En el estudio de Jaiswal et al. (2020), dirigido a comprender los significados de participación para personas con discapacidad visual y auditiva, se indica que la movilidad es uno de los elementos de gran importancia para esta población, pues contribuye con la participación en la comunidad, al desplazarse por diferentes lugares. Algunas personas mencionaron que las limitaciones en la movilidad conducen a la falta de independencia, que los lleva muchas veces al aislamiento social.

Una de las alternativas que podría dar respuesta a los problemas en la movilidad que experimentan las personas con discapacidad visual, es la tecnología de asistencia. Los sistemas de tecnología son viables y efectivos, para apoyar el compromiso con la ocupación y en las actividades de la vida diaria (AVD) de estas personas, que involucran la movilidad de aquellas con discapacidad visual; por lo tanto, se reconoce el beneficio de la tecnología de asistencia en la discapacidad visual.

Los anteriores acercamientos constituyen una idea de investigación que motiva el desarrollo de este trabajo. El propósito es aportar a la independencia en la movilidad de la población con discapacidad visual, a partir del trabajo interdisciplinar entre Terapia ocupacional e Ingeniería de sistemas, desde el desarrollo tecnológico que se pretende llevar a cabo. Esta investigación podría establecerse como un referente a nivel nacional, que contribuya a la comunidad académica y científica.

## Objetivos

### Objetivo general

Emplear tecnología de asistencia que contribuya a la participación en movilidad de las personas con discapacidad visual de la ciudad de San Juan de Pasto.

### Objetivos específicos

- Conocer elementos relacionados con la movilidad de las personas con discapacidad visual de la ciudad de San Juan de Pasto, a través de dos entrevistas: el docente Marco Tulio Benavides, quien presenta una pérdida de visión completa y el docente de braille Erick Muñoz, quien presenta una pérdida de visión parcial.
- Validar un sistema tecnológico que sea simple y económico para la movilidad de las personas con discapacidad visual de la ciudad de San Juan de Pasto.

- Crear un sistema tecnológico que dé soporte a personas con discapacidad visual, para que puedan desplazarse con mayor independencia por la ciudad de San Juan de Pasto.

## Referentes teóricos

Piñeros (2008) realiza un estudio sobre el acceso a bibliotecas de personas con discapacidad visual. Dentro de los elementos de apoyo para la lectura, habla de *Open Book*, un sistema informático capaz de hacer lectura de voz después de tomar una foto de la página impresa o, incluso guardar el texto para ser leído después; es un elemento de apoyo que, entre sus características, incluye el fácil acceso y manejabilidad, al igual que su capacidad para guardar y organizar los textos que la persona con discapacidad visual desee.

Por otro lado, encontramos las llamadas máquinas de *Braille hablado*, un sistema de información que permite la interacción con otros sistemas y, a su vez, realiza el almacenamiento en su propio disco duro; la información se introduce a través de un teclado Braille, el cual funciona a través de seis teclas que representan los seis números del código de braille; la información sale en un sistema de voz sintética.

Este estudio muestra otras herramientas de apoyo que pueden ser útiles al momento de buscar la independencia y accesibilidad a los diferentes ámbitos de las personas con discapacidad visual. Se puede evidenciar cómo, a través del tiempo, el desarrollo de instrumentos de apoyo ha venido avanzando y generando nuevas ideas y dispositivos que ayudan a estas personas y, a su vez, sirven de referentes para futuras investigaciones y el desarrollo de nuevos elementos que mejoren su calidad de vida.

En el estudio *Aplicabilidad de la normativa legal para la inclusión laboral de las personas con discapacidad en sectores gubernamentales del Estado Yaracuy* de Milagro et al. (2018), el objetivo fue analizar la influencia de la aplicabilidad de la normativa legal para la inclusión laboral de personas con discapacidad en el sector gubernamental del estado de Yaracuy, teniendo en cuenta el método cuantitativo, que es comúnmente usado en investigaciones de las ciencias económicas y sociales. Utilizaron el método deductivo, porque actúa como proceso, usa la estadística y tiene control sobre los fenómenos. Muestran los resultados obtenidos en la caracterización de la población que participó en la investigación; para ello consideraron los siguientes elementos: edad, sexo, grado de instrucción y antigüedad. Presentan la fecha de aplicación del instrumento (entrevista) y, posteriormente, el análisis e interpretación de los ítems.

Después de la investigación, encontraron que, a pesar de que existen entidades como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU), hay gran desinformación dentro de los entes gubernamentales sobre las leyes de protección dirigidas al ámbito laboral de las personas con discapacidad.



Una de las problemáticas más marcadas dentro de las personas con cualquier discapacidad es la falta de igualdad y de oportunidades, ya sea dentro de la sociedad o dentro de un campo específico, como el laboral; es vital reconocer el manejo sobre este tema y la manera como otros países lo afrontan y, comprobar que no es una problemática local, sino más bien, una problemática en conjunto con naciones vecinas.

De otra parte, García et al. (s.f.) presentan un diseño, metodología y orientación de proyectos para la accesibilidad en personas con discapacidad visual, utilizando un enfoque descriptivo de tipo cualitativo, cuantitativo y etnográfico que permitió la identificación y el análisis de la experiencia de estas personas en cuanto a sus contextos, especialmente en actividades urbanas. El estudio se realizó en el departamento de Boyacá; la prueba piloto, en Tunja y Paipa.

Con la aplicación de un instrumento a la población de Paipa, identificaron las rutas en las cuales se desplazaban con más frecuencia y realizaron un reconocimiento de las mismas entre los participantes y el equipo de trabajo, utilizando una cámara adherida al cuerpo de los participantes, para hacer el reconocimiento del recorrido.

Este estudio es importante a manera de antecedente, por el uso de accesorios de apoyo digitales, como los elementos de audio y video y, aunque el estudio tiene un enfoque más arquitectónico, está dirigido a suplir la misma necesidad: la movilidad de la persona con discapacidad visual.

El estudio de Ríos et al. (2010), cuyo objetivo fue caracterizar los dispositivos de tecnología de asistencia disponible en Bogotá, como parte del desarrollo de un asistente de información en esta área, estuvo dirigido a personas con discapacidad, a su familia y a profesionales del área de la rehabilitación.

Las autoras hicieron un estudio descriptivo, para el cual desarrollaron un instrumento de recolección de información. El procedimiento consistió en visitas a los fabricantes y distribuidores de los dispositivos, diligenciamiento del instrumento, toma de fotografías y caracterización de cada producto, basándose en la Norma Técnica Colombiana (NTC)-ISO 9999: Ayudas técnicas para personas con limitación. De los 95 productos caracterizados, encontraron que los de mayor disponibilidad están representados por órtesis y prótesis (52,6 %) y, ayudas para la movilización personal (23,15 %). El 24,25 % restante está representado por ayudas para el cuidado y la protección personal, mobiliario y adaptaciones para vivienda, ayudas para el manejo de bienes y productos y, ayudas para actividades domésticas.

Igualmente, sirvió como referente, el estudio de Araujo et al. (2020), quienes pretendieron desarrollar un producto de apoyo exoesqueleto mecatrónico fundamentado en la evaluación de la función manual, a través de la batería Jebsen Tylor. La metodología se basó en una fase de diagnóstico, una fase de diseño y fabricación y, una fase de validación. Uno de los hallazgos más importantes es el





trabajo interdisciplinar, relevante al momento de resolver problemas en el contexto de la discapacidad. Entre los resultados más sobresalientes está una tabla donde se observa los agarres requeridos según la prueba aplicada y un análisis de agarre empleado en las diferentes pruebas de la batería.

Este trabajo se realizó en la Universidad Mariana de Pasto, con estudiantes de Terapia ocupacional e Ingeniería mecatrónica, resaltando la labor interdisciplinar para la atención de una discapacidad. Es esencial tomar este artículo como referencia, ya que se convierte en ejemplo de actividad interdisciplinar, recalcando que los programas involucrados tienen ciertas similitudes al momento de realizar el trabajo.

## **Metodología**

### **Fase de Análisis**

Para la primera fase se tuvo en cuenta instrumentos y herramientas para la investigación, con un enfoque empírico analítico impuesto por Aristóteles, de tipo exploratorio, aplicado a la problemática presentada, atendiendo el carente apoyo tecnológico enfocado a la movilidad que sufren actualmente las personas con discapacidad visual en la ciudad de San Juan de Pasto. De esta manera, se evaluó los resultados obtenidos en proyectos similares a nivel nacional e internacional, con el fin de validar la utilidad de un sistema tecnológico que dé soporte a personas con discapacidad visual, para que puedan desplazarse con mayor independencia por la capital del departamento de Nariño.

En una primera estancia se propone la construcción de una inteligencia artificial que facilite la identificación de obstáculos en un entorno urbano; esta debería desempeñar un funcionamiento autónomo y una usabilidad mediante un asistente de voz que atienda las necesidades del usuario y se comunique con este constantemente. Según lo evaluado, se determina los principales requerimientos que se debe trabajar en el desarrollo de un demo y se determina las pruebas de funcionalidad correspondientes.

### **Fase de diseño**

Una vez concluida la fase de análisis, se empleó algunos instrumentos y herramientas de desarrollo para construir un diseño simple que permitiera la solución de los principales requerimientos funcionales. La idea era trabajar diseños sencillos que, con el paso de los ciclos de trabajo, se pudiera mejorar. Este diseño se trabajó mediante el software de desarrollo libre Android Studio y el entorno de desarrollo en línea Google Colab. Aunque se priorizó el funcionamiento de un asistente de voz con el que se pudiera navegar por las diferentes funciones del aplicativo, también se adecuó una interfaz con los botones e información adecuados. No se trabajó una interfaz muy vistosa en tanto a los colores, dado que, en su mayoría, los usuarios no podrían gozar de estas características, pero sí se adaptó una paleta de colores adecuada, un fondo oscuro y, con apoyo de la psicología del color, se escogió un



color primario azul para transmitir confianza. Una de las principales intenciones del presente proyecto fue poder aportar a las personas con discapacidad visual, con una herramienta que les brindase tranquilidad y confianza y pudieran desplazarse con seguridad por las diferentes áreas de la ciudad.

### **Fase de desarrollo**

En esta fase se trabajó la solución de los requerimientos funcionales ya especificados, abordados desde el desarrollo orientado a objetos. Por una parte, desde la herramienta Android Estudio, mediante el lenguaje Kotlin, se construyó la parte de control del aplicativo y la parte de la interfaz, donde se priorizó un diseño simple y fácil de usar. También, un asistente de voz que les facilitara a las personas con discapacidad visual, navegar a través de las diferentes funcionalidades del aplicativo, encargado de solucionar inquietudes básicas de orientación, tanto espaciales como temporales, y que gestiona las diferentes funciones del aplicativo, dependiendo de lo que el usuario necesite; así mismo, se encarga de la lectura de posibles obstáculos a la hora de desplazarse en entornos urbanos, de la mano de una inteligencia artificial que se construyó desde la herramienta Google Colab mediante el lenguaje de Python. En el propósito de la construcción de un primer demo de inteligencia artificial se evaluó el reconocimiento de seis objetos: cebras viales, señales de pare, semáforos peatonales en verde, semáforos peatonales en rojo, bancas de parques y sendas podotáctiles.

### **Fase de pruebas**

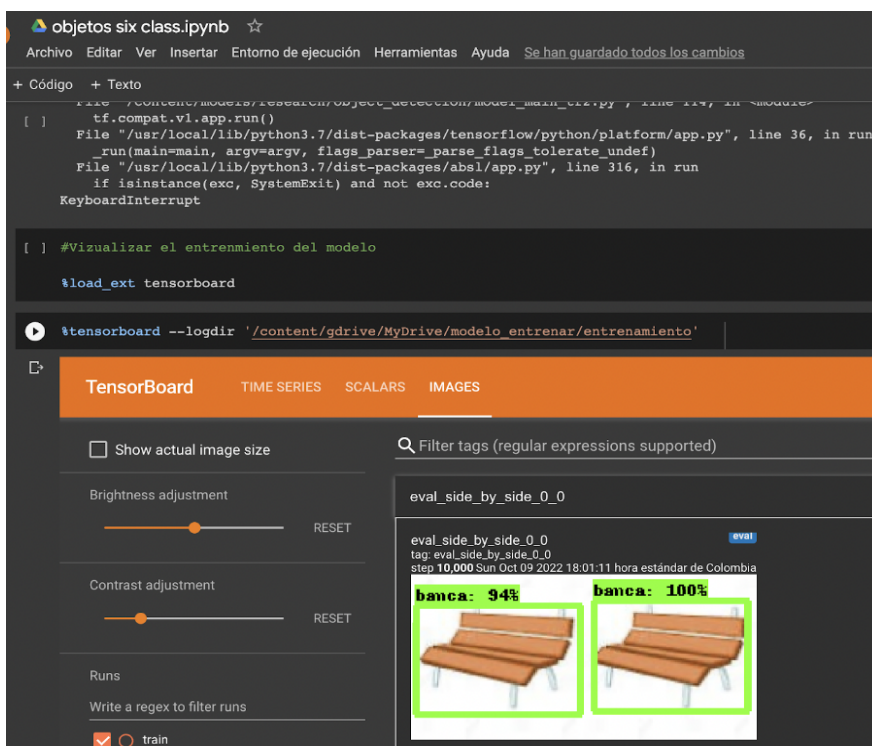
En esta última fase se consideró los instrumentos y herramientas de desarrollo mencionados, que permitieran ejecutar las pruebas de funcionamiento. Posteriormente, se evaluó el funcionamiento de la inteligencia artificial, ejecutando el aplicativo en entornos urbanos reales de la ciudad de San Juan de Pasto. Se pudo hacer un rápido discernimiento de la información y una respuesta adecuada de la inteligencia artificial. El asistente de voz se comunica adecuadamente y funciona correctamente, en conjunto con la inteligencia artificial y la actualización de información espacial y temporal.

## **Discusión de Resultados**

A través del análisis de la información y los resultados encontrados en los antecedentes, se pudo evaluar ciertos requerimientos funcionales primordiales para poder alcanzar el objetivo de la investigación; entre estos, la construcción de una inteligencia artificial que permitiera la detección de posibles obstáculos en la lectura de entornos urbanos en tiempo real. Se requiere que esta inteligencia y el resto de las funcionalidades del desarrollo puedan ser gestionados y controlados mediante un asistente de voz, debido a que la población a la que van dirigidos son personas con discapacidad visual. A manera de demo, se trabajó en estos requerimientos para poder tener herramientas gráficas y funcionales a la hora de exponer y divulgar el presente proyecto.

La inteligencia artificial se construye con base en una lógica de desarrollo de redes neuronales, que son entrenadas para diferentes tareas; en este caso, el reconocimiento de objetos. En una primera instancia se decidió trabajar seis clases diferentes de objetos: cebras viales, señales de pare, semáforos peatonales en verde, semáforos peatonales en rojo, bancas de parques y sendas podotáctiles. Para el entrenamiento de la inteligencia artificial se usó diferentes bancos de imágenes, contruidos utilizando la herramienta de Google Imágenes, conformados por, entre 300 y 400 imágenes por cada clase. Usando librerías libres de Tensor Flow se pudo obtener una inteligencia artificial con un desempeño aceptable, con un porcentaje de asertividad que ronda entre el 80 % y el 100 % de precisión en datos de prueba, según las mediciones del instrumento Tensor Board proveído por la misma herramienta Tensor Flow, como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1**  
*Entrenamiento de la I.A. en Google Colab*

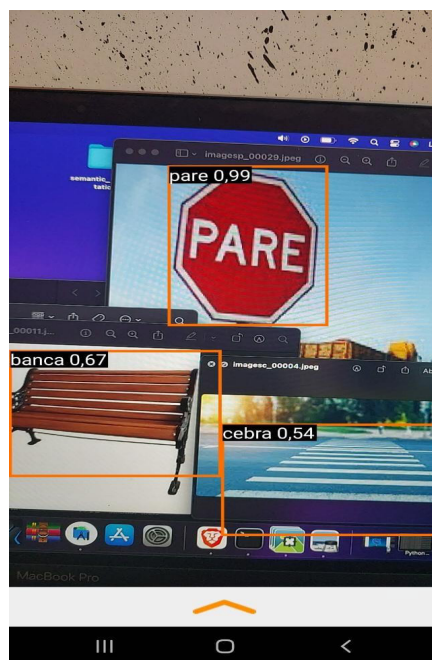


Luego de ejecutar el entrenamiento, se exportó el modelo de la inteligencia artificial y se lo implementó en el proyecto desde Android Studio. Se utilizó la plantilla de uso libre de Tensor Flow Lite para hacer compatible el modelo con el entorno Android. Al pasar las pruebas de funcionalidad del código, se hizo algunos testeos al azar, con imágenes del mismo banco de entrenamiento, como se observa en la Figura 2.



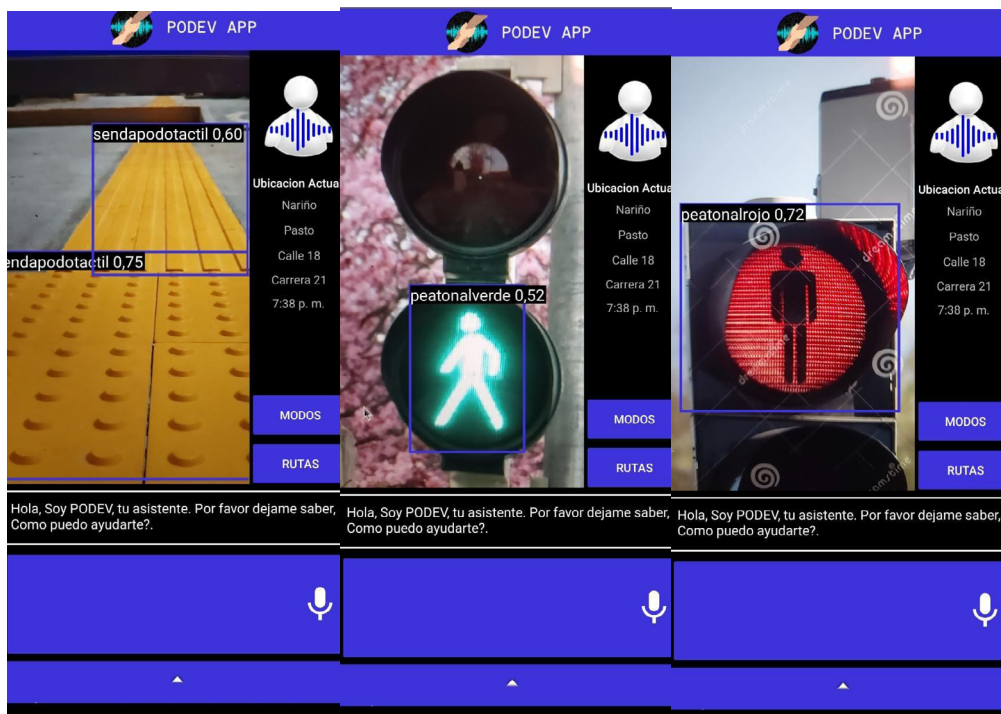
**Figura 2**

*I.A. desde la plantilla de Tensor Flow Lite*



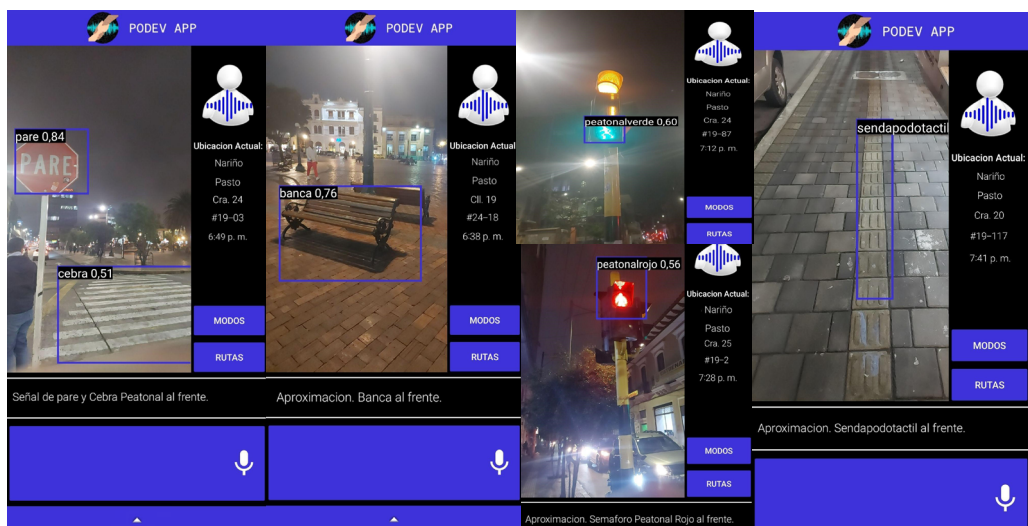
Posteriormente, se atendió el otro requerimiento funcional, donde a manera de demo se pretendió construir un asistente de voz que funcionase en conjunto con la inteligencia artificial y demás funcionalidades del aplicativo y, desarrollar el diseño elaborado en la segunda fase de la metodología, garantizando un diseño simple y fácil de usar. En la Figura 3 se muestra cómo funciona el aplicativo, atendiendo los requerimientos funcionales mencionados. Se desempeñó algunas pruebas con imágenes al azar, del mismo banco de entrenamiento. Cada comentario del asistente de voz se puede visualizar en la interfaz, para que todo lo expresado por el asistente quede soportado y resguardado; en la parte superior derecha se muestra información esencial de orientación, como datos espaciales y temporales. En la parte inferior se aprecia un botón que le permite al usuario comunicarse con el asistente; este funciona a través de los servicios de Google, para dar confianza al usuario a la hora de brindar permisos al aplicativo. En la parte superior izquierda se puede ver la lectura de los espacios que puede cubrir la cámara del dispositivo móvil; la inteligencia artificial discierne en tiempo real y grafica cada objeto que pueda identificar. Se puede evaluar esto en la Figura 3.

**Figura 3**  
*PodevApp*



Para finalizar el periodo de pruebas, se probó el aplicativo en entornos urbanos reales de la ciudad de San Juan de Pasto. La inteligencia artificial desempeñó resultados superiores al 50 % en asertividad en el reconocimiento de objetos de las clases especificadas. Las pruebas fueron desarrolladas en el centro de la capital: Plaza de Nariño, cerca de la Plaza del Carnaval, carreras 20, 23, 24 y 25, calle 19 y sus alrededores, como se ve en la Figura 4.

**Figura 4**  
*PodevApp en el entorno urbano*







Después, se planeó, mediante entrevista, identificar cuáles eran los facilitadores y barreras para la movilidad de las personas con discapacidad visual de la ciudad de San Juan de Pasto. Con esta información se pudo repetir todo el proceso descrito, para un nuevo entrenamiento de la inteligencia artificial con los nuevos requerimientos funcionales que se pudo rescatar de las entrevistas.

## Conclusiones

Una investigación como la presente, denota una importancia característica ante la atención de problemáticas como la mencionada; cobra una visión relevante en la resolución de problemas en el contexto de la discapacidad; en el caso particular, la visión que otorgan las disciplinas de Terapia Ocupacional e Ingeniería de Sistemas.

Después de realizar el análisis de los antecedentes, se pudo validar la utilidad y urgencia de una solución móvil como la que se propone. La evaluación de resultados de los antecedentes permitió identificar los principales requerimientos funcionales que se debe solucionar para poder cumplir con el objetivo.

La construcción de un demo funcional solucionando algunos de los requerimientos funcionales permitió marcar una ruta clara de desarrollo que, si bien no es definitiva aún, sí marca un fuerte punto de referencia.

La planeación, diseño y construcción de un demo permitió identificar esos instrumentos y herramientas, que servirán para el desarrollo del aplicativo en los ciclos siguientes, como los entornos de desarrollo libre Android Studio y Google Colab.

La búsqueda de información necesaria para la construcción de un modelo de inteligencia artificial que pueda ayudar al reconocimiento de posibles obstáculos sirvió para identificar plataformas y repositorios de desarrollo muy útiles que servirán también en el desempeño de ciclos de desarrollo futuros, plataformas y repositorios referentes al desarrollo y a la inteligencia artificial, como GitHub, Robo Flow y Tensor Flow.

El desarrollo de un demo funcional cubriendo los principales requerimientos funcionales aportó en la identificación de los lenguajes de programación adecuados para el proyecto. Por un lado, la construcción de redes neuronales para el reconocimiento de objetos mediante el lenguaje Python se presenta bastante adecuado debido a la alta cantidad de información que se puede encontrar respecto a diferentes tipos de inteligencias artificiales trabajadas en este lenguaje. Así mismo, el desarrollo del aplicativo móvil con las funciones mencionadas mediante el uso del lenguaje Kotlin, un lenguaje que se está abriendo campo en el desarrollo de aplicaciones móviles y que presenta facilidad con la compatibilidad y uso de modelos de inteligencia artificial construidos en Python.



## Referencias

- Araujo, D. H., Erazo, R. A., Hidalgo, K. M., Gómez, F. y Mayorca, D. (2020). Exoesqueleto mecatrónico para mano, enfocado a facilitar funciones de agarres en personas con lesión medular. *CEI, Boletín Informativo*, 7(3), 111-115
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2020). Discapacidad. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/discapacidad>
- Garcés Peña, Y. M. y Suárez M. B. (Dir.). (2018). *Aplicabilidad de la normativa legal para la inclusión laboral de las personas con discapacidad en sectores gubernamentales del Estado Yaracuy*. Universidad de Carabobo.
- García, H. E., Camelo, F. y Molina, M. N. (s.f.). *Diseño y discapacidad visual. Metodología y orientación de proyectos para la accesibilidad*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Jaiswal, A., Aldersey, H. M., Wittich, W., Mirza, M., & Finlayson, M. (2020). Meaning and experiences of participation: a phenomenological study with persons with deafblindness in India. *Disability and Rehabilitation*, 42(18), 2580-2592. 10.1080/09638288.2018.1564943
- Piñeros, I. (2008). *Acceso a la información de las personas con discapacidad visual. Modelo de servicio para bibliotecas públicas*. Alfagrama Ediciones.
- Ríos, A. M., Ortiz, D. M. y Patiño, D. M. (2010). Sistema de información en tecnología de asistencia para Bogotá D. C. *Revista Ciencias de la Salud*, 3(1). <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.574>

# Capítulo 2

## APPRE - Aplicativo móvil para la rehabilitación en Actividades de la Vida Diaria para patologías osteomusculares de miembro superior

Angela María Ávila Potosí<sup>1</sup>

Tatiana Alexandra Burgos Mallama<sup>2</sup>

Luis Alejandro Ceballos Burgo<sup>3</sup>

Eliana Gabriela Mallama Campaña<sup>4</sup>

Iván Heriberto Méndez Salazar<sup>5</sup>

Karen Gabriela Solarte Giraldo<sup>6</sup>

**Cítese como:** Ávila-Potosí, Á. M., Burgos-Mallama, T. A., Ceballos-Burgo, L. A., Mallama-Campaña, E. G., Méndez-Salazar, I. H. y Solarte-Giraldo, K. G. (2023). APPRE - Aplicativo móvil para la rehabilitación en Actividades de la Vida Diaria para patologías osteomusculares de miembro superior. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 24-33). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c332>

### Resumen

Los desórdenes musculoesqueléticos son diversas lesiones físicas que se presentan en un lapso de tiempo, afectando al sistema musculoesquelético. Estas patologías tienen una alta prevalencia y morbilidad y, son una de las principales causas de pérdida funcional, discapacidad y disminución de la calidad de vida, por lo cual se busca trabajar en el desarrollo de la aplicación, con el propósito de brindar una solución a través de la tecnología, que permitan ser accesibles e innovadoras para la comunidad. Por consiguiente, el objetivo de la investigación es diseñar un protocolo de rehabilitación basado en las actividades de la vida diaria para patologías osteomusculares de miembro superior, a través de un aplicativo móvil. De este modo, la metodología realizada se enmarca en una investigación de corte cuantitativo con un enfoque empírico analítico, con la recopilación y análisis de la información, obteniendo como resultado, el desarrollo de los protocolos de rehabilitación de Fisioterapia y Terapia ocupacional, adicionados al prototipo del

<sup>1</sup> Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Fisioterapia. Semillero KIVNON. Correo: angelama.avila@umariana.edu.co

<sup>2</sup> Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Fisioterapia. Semillero KIVNON. Correo: tatianaal.burgos@umariana.edu.co

<sup>3</sup> Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Sistemas. Semillero ELITE. luisceballos@umariana.edu.co

<sup>4</sup> Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Sistemas. Semillero DHARMA. Correo: elianaga.mallama@umariana.edu.co

<sup>5</sup> Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Sistemas. Semillero ELITE. imendez@umariana.edu.co

<sup>6</sup> Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Sistemas. Semillero DHARMA. Correo: karen.g.solarte@umariana.edu.co





aplicativo móvil. Para concluir, se busca aportar a la salud a través de la tecnología y los nuevos avances tecnológicos por medio de dispositivos móviles, favoreciendo a los procesos de rehabilitación en pacientes con afectación osteomuscular de miembro superior.

*Palabras clave:* desórdenes musculoesqueléticos; miembro superior; protocolo; prototipo; aplicativo móvil; fisioterapia; terapia ocupacional.

### **APPRE - Mobile application for rehabilitation in Activities of Daily Living for musculoskeletal pathologies of the upper limb**

#### **Abstract**

Musculoskeletal disorders are various physical injuries that occur over some time, and spread the musculoskeletal system. These pathologies have a high prevalence and morbidity and, they are one of the main causes of functional loss, disability, and decreased quality of life, which is why we seek to work on the development of the application, to provide a solution through technology, which allows to be accessible and innovative for the community. Therefore, the objective of the research is to design a rehabilitation protocol based on activities of daily living for musculoskeletal pathologies of the upper limb, through a mobile application. Thus, the methodology is framed in quantitative research with an analytical empirical approach, with the collection and analysis of information, resulting in the development of rehabilitation protocols for physical and occupational therapy, added to the prototype of the mobile application. To conclude, the aim is to contribute to health through technology and new technological advances using mobile devices, favoring rehabilitation processes in patients with musculoskeletal disorders of the upper limb.

*Keywords:* Musculoskeletal disorders; upper limb; protocol; prototype; mobile application; physiotherapy; occupational therapy.

### **APPRE - Aplicativo móvel para reabilitação em atividades da vida diária para patologias musculoesqueléticas do membro superior**

#### **Resumo**

Os distúrbios musculoesqueléticos são várias lesões físicas que ocorrem ao longo do tempo e afetam o sistema musculoesquelético. Essas patologias têm alta prevalência e morbidade e são uma das principais causas de perda funcional, incapacidade e diminuição da qualidade de vida, razão pela qual procuramos trabalhar no desenvolvimento do aplicativo, para fornecer uma solução por meio da tecnologia, o que permite ser acessível e inovador para a comunidade. Portanto, o objetivo da pesquisa é projetar um protocolo de reabilitação baseado em atividades de vida diária para patologias musculoesqueléticas do membro superior, por meio de um aplicativo móvel. Assim, a metodologia está enquadrada



em pesquisa quantitativa com abordagem empírica analítica, com coleta e análise de informações, resultando no desenvolvimento de protocolos de reabilitação para fisioterapia e terapia ocupacional, somados ao protótipo do aplicativo móvel. Concluindo, o objetivo é contribuir para a saúde por meio da tecnologia e dos novos avanços tecnológicos utilizando dispositivos móveis, favorecendo os processos de reabilitação em pacientes com distúrbios musculoesqueléticos do membro superior.

*Palavras-chave:* distúrbios musculoesqueléticos; membro superior; protocolo; protótipo; aplicativo móvel; fisioterapia; terapia ocupacional.

### Introducción

Tolosa (2015) menciona que los desórdenes músculo esqueléticos (DME) son la secuela de diversos factores a nivel biomecánico, organizacional y del medio ambiente; tienen una alta prevalencia y morbilidad, posicionándose como una de las principales causas de pérdida funcional, discapacidad y disminución de la calidad de vida. Esta condición genera una gran demanda de recursos de atención de salud y produce un gran impacto socioeconómico. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), aproximadamente 1710 millones de personas en todo el mundo tienen trastornos musculoesqueléticos y, aunque la prevalencia varía según la edad y el diagnóstico, estos afectan a personas de todas las edades en todo el mundo.

Los DME que afectan el miembro superior se caracterizan por limitar las actividades funcionales y básicas de la vida diaria, generando así una disminución en la calidad de vida de las personas; por ello, el objetivo principal de este proyecto es brindar una solución a través de la tecnología, ya que muchos países no están equipados para responder con la necesidad de este tipo de rehabilitaciones y, tampoco son tomadas como prioridad, lo que da como resultado que, muchas personas no tengan acceso a estos servicios, provocando agravamiento en sus enfermedades y dejando consecuencias de por vida. De esta manera, mediante la ayuda tecnológica, se pretende diseñar un aplicativo móvil que permita la intervención en pacientes que presentan una afectación a nivel osteomuscular en los miembros superiores, considerando que este tipo de terapia se podrá manejar desde casa, bajo la supervisión de profesionales de la salud como fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales a cargo de estos tratamientos.

Esta investigación busca promover la parte funcional en el desempeño de las actividades de la vida diaria (AVD) de las personas, resaltando que se incluye el tratamiento guiado para un buen proceso rehabilitador; además, se atendió las necesidades identificadas en la comunidad, donde se evidenció la dificultad para la asistencia a terapias; por ello, se plantea una salida desde un ámbito tecnológico, proporcionando a los usuarios mayor accesibilidad, pues se parte de la perspectiva de que hoy por hoy, el celular es de uso mundial. Para poder llevar a cabo esta investigación se tomó un enfoque interdisciplinario donde se fusionaron profesionales de la salud (fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales) e ingenieros de sistemas.

Así, se maneja una metodología de desarrollo tecnológico denominada *Scrum*, de trabajo ágil, flexible, eficaz y adaptable, que permite el desarrollo de productos de software, la cual ayuda a organizar al equipo de trabajo de modo que se logre alcanzar los objetivos en común. Su principal característica es satisfacer las necesidades del cliente mediante la buena comunicación, responsabilidad, trabajo en equipo y progreso continuo. En cuanto a la metodología empleada desde los programas de salud, se tomó un paradigma cuantitativo con enfoque empírico analítico, ya que inicialmente se hizo una revisión bibliográfica de diferentes estudios e investigaciones que se posicionan como base en la creación de lo que es el protocolo de rehabilitación.

## Desarrollo

Ordoñez et al. (2016) refieren que los DME son causados por trabajos fatigantes que implican posturas prolongadas, mantenidas y forzadas, con pocas posibilidades de cambio, por fuera de los ángulos confortables o, en desequilibrio, con bases de sustentación inestables o vibratorias, por levantamiento, manipulación de cargas y movimientos repetidos; por ello, a nivel laboral estos desórdenes se presentan como las principales enfermedades padecidas por los trabajadores en diferentes sectores. Castellanos et al. (2017) mencionan que, en Colombia, el 40 % de todas las afecciones de origen ocupacional afectan a los miembros superiores, lo que representa un 47,4 % de todas las enfermedades de origen laboral, ocasionando así una disminución de la capacidad funcional en las personas y, limitando el desempeño en la realización de las AVD, entendiendo estas como todas aquellas actividades cotidianas que nos proveen un bienestar, como, por ejemplo, comer, bañarse, vestirse, entre otras.

En este sentido, para poder tratar los padecimientos osteomusculares se debe tener en cuenta cuáles son los más prevalentes. El Ministerio de Salud (Minsalud, 2020) expresa que, durante los años 2018 y 2019 fueron registradas seis enfermedades laborales que corresponden a DME de miembro superior, destacando en mayor proporción los diagnósticos de síndrome de túnel carpiano, síndrome de manguito rotador, bursitis del hombro, tendinitis de flexo extensores de muñeca, tenosinovitis de Quervain y, en menor proporción, tendinitis de bíceps y epicondilitis medial y lateral. Por ello, en el desarrollo de esta investigación, para la creación de los protocolos de rehabilitación se atendió las patologías de más prevalencia, dentro del grupo de enfermedades mencionado, las cuales fueron: pinzamiento subacromial a nivel hombro, epicondilitis medial y lateral a nivel codo y en muñeca túnel del carpo y tendinitis de Quervain.

Por otra parte, la asistencia a terapias es un limitante, pues no siempre las personas cuentan con la posibilidad económica o con el tiempo necesario, lo cual genera que la terapia no sea constante, afectando así el pronóstico en cada paciente, razón por la que se busca brindar una solución, haciendo uso de dispositivos tecnológicos accesibles a toda la población. Leveque (2019) refiere que, en la actualidad se conoce un sistema de rehabilitación de la función motriz, basado en la realidad virtual (RV) con el cual, “a través de la variedad de ejercicios que propone, está



diseñado para mejorar la precisión de movimiento, coordinación visual-motora, movilidad articular, fuerza y resistencia de los músculos de los miembros superiores y de la columna vertebral” (p. 17).

Sin embargo, este tipo de dispositivos no es accesible a toda la comunidad, pues se habla de consolas de altos costos por lo que, conseguir el producto se presenta como una barrera frente a la población que no tiene un buen sustento económico que le permita su adquisición. A partir de esto, se plantea la estrategia de reemplazar esas consolas por el teléfono celular, ya que este dispositivo móvil permite que el acceso a la terapia sea más fácil y, además, ayuda a abarcar una mayor población en su utilización.

De esta forma, para la creación de la aplicación, en lo que corresponde a la elaboración de los protocolos de rehabilitación a nivel de terapia ocupacional se hizo como primer momento, una base de datos donde se recopiló otras investigaciones que proporcionaron información sobre metodologías empleadas para la rehabilitación de miembro superior en las patologías señaladas. Estos estudios también proveían una serie de resultados, los cuales permitieron identificar algunas actividades y procedimientos tecnológicos y no tecnológicos que usaron en la intervención de estas enfermedades osteomusculares. En cada estudio se evidenciaba la viabilidad en el uso de esos procesos de rehabilitación; por consiguiente, se llevó a cabo el análisis de información, con un sondeo en el cual se dejó únicamente aquellos estudios que incluyeran protocolos de rehabilitación centrados en las AVD, pues se tuvo en cuenta que, dentro de los objetivos de este proyecto, se pretende rehabilitar en función de la mejora en el desempeño de estas.

Seguidamente, se inició el diseño del protocolo de rehabilitación, el cual fue dividido en tres fases: aguda, crónica y de mantenimiento, creadas con el objetivo de ubicar a los usuarios según la gravedad. Dentro de cada una se incluyó un ítem llamado ‘Re-entrenamiento de AVD’, orientado a la preparación y rehabilitación en su desempeño, donde solo se tuvo en cuenta las acciones de: bañarse, vestirse, comer, realizar higiene personal y arreglar, que se posicionan como las principales en la supervivencia del ser humano. Así, a cada una se le asignó una serie de actividades con propósito, las cuales fueron estructuradas de tal forma que le permitieran al usuario, la mejora durante su proceso de rehabilitación.

También se tuvo en cuenta los patrones funcionales empleados para realizar cada acción, por lo que se proveyó una etapa de calentamiento, en donde se les pidió que realizaran estos movimientos antes de cada actividad; además, se les brindó una serie de aditamentos, los cuales, de ser requeridos, permitirían una mejor funcionalidad durante la intervención. Cabe resaltar que para cada fase se elaboró una serie de recomendaciones, con el fin de que la actividad se llevara a cabo correcta y completamente, para obtener resultados satisfactorios para los usuarios y para los profesionales implicados en el desarrollo del aplicativo.

De igual manera, en el diseño de los protocolos de intervención de fisioterapia se tuvo como unidad de análisis, artículos buscados en bases de datos que permitieron la recopilación de información y el desarrollo de los protocolos de rehabilitación,



enfocados en las patologías más prevalentes; es decir, pinzamiento del manguito rotador, epicondilitis medial y lateral, tenosinovitis de Quervain y síndrome del túnel carpiano, que se caracterizan por tener mayor índice de discapacidad y pérdida de la funcionalidad; por ende, el sistema musculoesquelético se ve afectado por la presencia de dolor, conllevando la disminución de movilidad articular, fuerza muscular y flexibilidad. Por lo tanto, el enfoque de los protocolos se basa en las alteraciones que pueden ir apareciendo con el tiempo, en cuanto que el aplicativo móvil tendrá una división de fases de intervención, como la fase aguda y crónica, adaptando así una serie de ejercicios enfocados a contribuir de forma positiva a la condición de salud de la persona.

El trabajo de terapia ocupacional va en conjunto con el de fisioterapia, al promover el normal funcionamiento del miembro superior ante algún tipo de disfunción o lesión osteomuscular con relación a la búsqueda, donde se puede evidenciar efectos positivos del uso de medios tecnológicos que favorecen la intervención de rehabilitación en diferentes campos y áreas en las que se desempeña el fisioterapeuta, de modo que estas son estrategias dirigidas a buscar el bienestar y mejorar la condición de salud por medio del desarrollo de nuevas herramientas que contribuyan al proceso de intervención de una forma innovadora y eficaz.

Finalmente, en cuanto a la creación de la aplicación móvil, se hizo uso de la metodología *Scrum*, cuya principal característica es satisfacer las necesidades del cliente mediante la buena comunicación, responsabilidad, trabajo en equipo y progreso continuo. Existe una serie de roles de las personas que conforman el proyecto, quienes se van a encargar de distintas tareas que son reportadas mediante bitácoras que ayudarán a realizar un seguimiento del progreso que se tendrá cada semana, el cual será presentado al cliente. Esta metodología tiene una serie de fases dentro de su proceso, como se puede apreciar en la Figura 1; con esto el cliente no tendrá solo documentación, sino una versión operativa del software.



**Figura 1**

*Funcionamiento de un proyecto interactivo e incremental*



Fuente: ALM, Estrategias de futuro (2023).

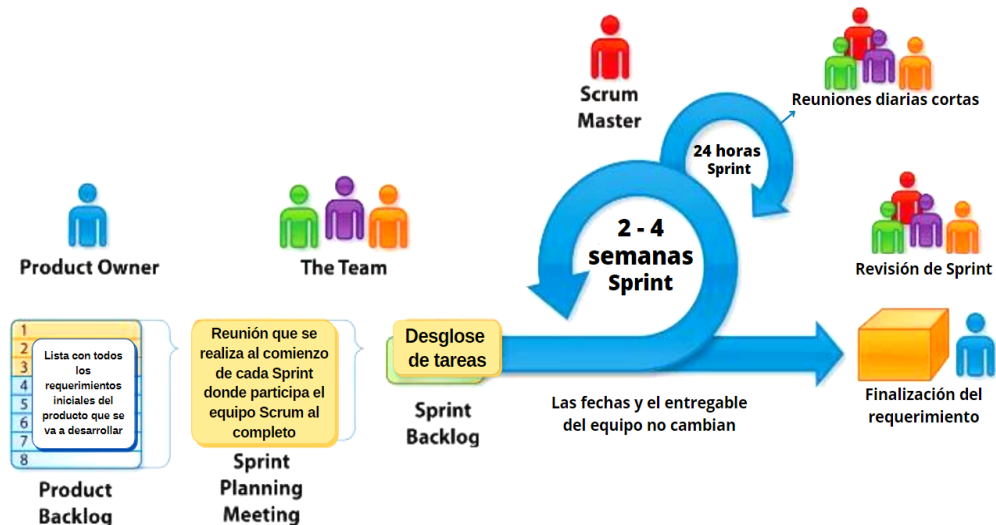
Como se puede observar, esta metodología cuenta con cinco fases que serán de prioridad al momento de comenzar a desarrollar el software:

- **Fase 1:** Iniciación. Se desarrolla la visión del proyecto que servirá de enfoque y dirección del mismo, se creará e identificará roles que son claves y, se definirá la lista de prioridades que servirán de base dentro del proyecto.
- **Fase 2:** Planificación y Estimación. Se define a través de los *sprints*, las historias de los usuarios, donde se alinearán todo lo que tiene valor; se calcula el tiempo y el esfuerzo que tomará cumplirlas. En conclusión, son listas de tareas que serán repartidas entre el equipo de trabajo.
- **Fase 3:** Implementación. Se trabaja en las tareas del *sprint*, utilizando un *Scrum Board*, que trata de hacer un seguimiento a los trabajos y actividades que se está ejecutando; se tiene en cuenta las dificultades que está presentando el equipo durante esta fase. Se hace reuniones de seguimiento donde se da a conocer el estatus de las actividades diarias y se manifiesta cualquier inconveniente que se pueda tener, para lograr dar soluciones y poder cumplir los objetivos.
- **Fase 4:** Revisión y Retrospectiva. Se realiza reuniones que permiten discutir y revisar los avances e impedimentos que hayan surgido en el desarrollo del proyecto. Se presenta los avances efectuados y los *sprints* que fueron terminados dentro del proceso.
- **Fase 5:** Lanzamiento. Una de las fases más esperadas del proyecto, en la cual se realiza el entregable de los avances que fueron registrados dentro de la primera fase; también se hace retroalimentaciones que permitan identificar las enseñanzas aprendidas.

Este tipo de metodología es un proceso muy ágil, que da la posibilidad a los desarrolladores de entregar el producto en el menor tiempo posible, gracias a la eficiencia de unos roles y tiempos establecidos, como se puede observar en la Figura 2.

**Figura 2**

*Distribución, papel de los diferentes roles y tiempo empleado*



Fuente: Code Hoven (2018).

El objetivo de seguir este modelo conlleva obtener resultados eficientes dentro del proceso, ya que cada uno de los roles tiene una tarea definida, como:

- **Product owner**: procura maximizar el valor del producto que fue entregado por el equipo, cuyo principal objetivo es desarrollar el producto correctamente; contará con grandes responsabilidades, como gestionar el orden de las listas de requerimientos.
- **Scrum master**: se asegura que el equipo de desarrollo trabaje adecuadamente, cumpliendo el requerimiento que le fue designado; ayuda a personas externas a entender las interacciones que pueden ser de ayuda para el grupo de desarrollo.
- **The Team**: suele estar conformado por un grupo de trabajo de tres a nueve personas, incluyendo al *Scrum master* y *Product owner*; cada uno tiene roles y responsabilidades diferentes por cumplir correctamente para alcanzar resultados.
- **Product backlog**: es una lista de requerimientos que se ordena por prioridad para el equipo de desarrollo, mostrando los elementos más importantes al inicio de ella.
- **Sprint Planning Meeting**: se trata de una reunión que se efectúa al inicio de cada *sprint*, donde participa todo el equipo *Scrum*, con la finalidad de inspeccionar el *backlog* y que el equipo de desarrollo seleccione los *product backlog* en los que va a trabajar durante el *sprint*.





Acorde al tiempo, esta metodología trabaja cada *sprint* o requerimiento en una duración de dos a cuatro semanas, con una corta reunión de no más de 15 minutos cada día, entre el *Scrum Master* y el equipo de desarrollo, con la finalidad de mostrar los avances y los inconvenientes presentados al realizar el *sprint*. Es necesario tener en cuenta las diferentes herramientas que se utilizará para el desarrollo del proyecto, como:

- **Android Studio:** es un software que ofrece herramientas y servicios con el que las personas pueden diseñar aplicaciones móviles para el sistema operativo de Android; cuenta con un entorno de desarrollo integrado (IDE) que permite realizar diferentes actividades, como: simular, analizar y ejecutar los desarrollos que se está implementando; maneja una interfaz sencilla, ya que es bastante visual, convirtiéndose en software fundamental para el desarrollo del proyecto.

### Conclusiones

Con la colaboración de las disciplinas de Fisioterapia y Terapia Ocupacional se desarrolló un protocolo de rehabilitación que ayuda al mejoramiento y prevención de problemas osteomusculares, a través de ejercicios de recuperación y AVD que dan soporte a una mejora más funcional.

A través del conocimiento en las áreas de salud e ingeniería, se logró implementar una conexión entre estas disciplinas, que ayuda a brindar solución a la recuperación y mejora de patologías osteomusculares de miembro superior.

Mediante diferentes herramientas se pudo obtener información relevante que sirve de apoyo para dar solución a afecciones osteomusculares de miembro superior a través de un dispositivo móvil.

Se construyó un aplicativo móvil que brinda una solución a las problemáticas osteomusculares del presente proyecto mediante herramientas tecnológicas.

### Referencias

- ALM, Estrategias de futuro. (2023). Scrum, gestión ágil de proyectos I. <https://www.blmovil.com/scrum-gestion-agil-de-proyectos-i/>
- Castellanos, H. F., Martínez, Á, P., Pinilla, D. y Zehr, A. G. (2017). *Limitaciones funcionales de miembros superiores y sus factores asociados en odontólogos docentes de la Universidad Santo Tomás Floridablanca 2016* [Tesis de Pregrado, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10204>.
- Code Hoven. (2018). Proceso o método de desarrollo Scrum. <https://www.codehoven.com/metodo-de-desarrollo-scrum/>



- Leveque, M. (2019). *Efectividad de un sistema de realidad virtual en relación con las actividades básicas de la vida diaria, las habilidades motoras funcionales y la calidad de vida en pacientes jóvenes con distrofia muscular de Duchenne* [Tesis de Pregrado, Universidad de Vic]. [http://repositori.uvic.cat/bitstream/handle/10854/5967/trealu\\_a2019\\_leveque\\_mathilde\\_efectividad\\_sistema\\_realidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositori.uvic.cat/bitstream/handle/10854/5967/trealu_a2019_leveque_mathilde_efectividad_sistema_realidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ministerio de Salud (Minsalud). (2020). Programa de vigilancia epidemiológico para la prevención de los desórdenes musculoesqueléticos. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/SIPLAG/PROGRAMA-VIGILANCIA-EPIDEMIOLOGICO-DESORDENES-MUSCULO-ESQUELETICOS.pdf>
- Ordoñez, C. A., Gómez, E. y Calvo, A. P. (2016). Desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 6(1), 24-30.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). Trastornos musculoesqueléticos. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- Tolosa, I. (2015). Riesgos biomecánicos asociados al desorden musculoesquelético en pacientes del régimen contributivo que consultan a un centro ambulatorio en Madrid, Cundinamarca, Colombia. *Revista Ciencias de la Salud*, 13(1), 25-38. <http://dx.doi.org/10.12804/revsalud13.01.2015.02>

# Capítulo 3

## KARBS: Aplicación para conteo y control de carbohidratos para personas con diabetes tipo 1

Tatiana Alejandra Narváez de los Ríos<sup>1</sup>

**Cítese como:** Narváez, T. A. (2023). KARBS: Aplicación para conteo y control de carbohidratos para personas con diabetes tipo 1. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 34-45). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c333>

### Resumen

El aplicativo móvil KARBS planea surgir como una alternativa para el manejo y cuidado de la diabetes mellitus tipo 1; esta enfermedad es conocida por las alteraciones graves en el páncreas o, por la resistencia a la acción de la insulina en el organismo, entendiendo que en Colombia existe muy poco control de la enfermedad o acceso a tratamiento. El proyecto cuenta con el objetivo principal: Implementación de una solución tecnológica que permita la gestión de procesos de control para la aplicación de insulina en personas con diabetes mellitus tipo 1; con base en este objetivo se busca modelar los procesos de control para la aplicación de insulina en dichos pacientes.

Se busca lograr un aplicativo móvil para el control de suministro de insulina en pacientes con diabetes mellitus tipo 1, para realizar el diseño del aplicativo móvil se opta por recolectar datos en el grupo GLUCOLEGAS, encontrando la finalidad de aunar recursos y personas que fomenten el desarrollo de conocimientos para alcanzar el objetivo del proyecto KARBS. Luego de obtener los datos, para el desarrollo de la aplicación se realizará una calculadora que ayude al reconocimiento de carbohidratos en cada comida, simplemente ingresando los carbohidratos consumidos; de esta forma se puede informar al usuario la cantidad de insulina que debería aplicar, siendo esta una solución tecnológica innovadora.

*Palabras clave:* aplicación; diabetes; insulina; carbohidratos.

**KARBS: Carbohydrate counting and control app for people with type 1 diabetes**

### Abstract

The KARBS mobile application plans to emerge as an alternative for the management and care of type 1 diabetes mellitus, a disease known for severe alterations in the

<sup>1</sup> Universidad Mariana, Programa de Ingeniería de Sistemas, Semillero ELITE. Correo: [tatianaal.narvaez@umariana.edu.co](mailto:tatianaal.narvaez@umariana.edu.co)



pancreas or resistance to the action of insulin in the body. Given that in Colombia, there is very little control of the disease or access to its treatment, the main objective of the project is to implement a technological solution that allows the management of control processes for the application of insulin in people with type 1 diabetes mellitus, based on which it seeks to model the control processes for the application of insulin in these patients.

The aim is to develop a mobile application for the control of insulin delivery in patients with type 1 diabetes mellitus. For its implementation, it was decided to collect data in the GLUCOLEGAS group, to pool resources and people to promote the development of knowledge to achieve the objective of the KARBS project. After obtaining the data, for the development of the application, a calculator will be made to help with the recognition of carbohydrates in each meal, simply by entering the carbohydrates consumed; in this way the user can be informed of the amount of insulin that should be applied, this being an innovative technological solution.

*Keywords:* Application; diabetes; insulin; carbohydrates.

## **Aplicativo de contagem e controle de carboidratos para pessoas com diabetes tipo 1**

### **Resumo**

O aplicativo móvel KARBS planeja surgir como uma alternativa para o gerenciamento e o cuidado do diabetes mellitus tipo 1, uma doença conhecida por alterações graves no pâncreas ou resistência à ação da insulina no organismo. Como na Colômbia há pouco controle da doença ou acesso ao seu tratamento, o principal objetivo do projeto é implementar uma solução tecnológica que permita a gestão dos processos de controle para a aplicação de insulina em pessoas com diabetes mellitus tipo 1, com base na qual se busca modelar os processos de controle para a aplicação de insulina nesses pacientes.

O objetivo é desenvolver um aplicativo móvel para o controle da administração de insulina em pacientes com diabetes mellitus tipo 1. Para sua implementação, decidiu-se coletar dados no grupo GLUCOLEGAS, reunir recursos e pessoas para promover o desenvolvimento de conhecimento para atingir o objetivo do projeto KARBS. Após a obtenção dos dados, para o desenvolvimento do aplicativo, será feita uma calculadora para auxiliar no reconhecimento dos carboidratos em cada refeição, bastando inserir os carboidratos consumidos; dessa forma, o usuário poderá ser informado sobre a quantidade de insulina que deverá ser aplicada, sendo essa uma solução tecnológica inovadora.

*Palavras-chave:* aplicativo; diabetes; insulina; carboidratos.

### **Introducción**

El cuerpo humano está compuesto por órganos que trabajan de manera armónica, pero cada uno tiene una tarea especial; por ejemplo, los ojos sirven para ver, la



nariz para oler, los pulmones para respirar, el cerebro para coordinar todas las funciones del cuerpo, etc. Otros órganos, aunque menos conocidos, también son muy importantes; uno de ellos es el páncreas, localizado en el abdomen, cerca del estómago, que produce una sustancia llamada insulina.

Todos los órganos están compuestos por células que necesitan energía para poder vivir y cumplir con sus funciones; esa energía proviene en gran parte del azúcar que se encuentra en la sangre y, se llama glucosa; para que esta pueda entrar en las células, requiere de la insulina, una hormona que actúa como una llave: abre la puerta de las células para que el azúcar que está en la sangre (glucosa) entre y se transforme en energía; es la encargada de que el azúcar en la sangre se mantenga en cantidades normales y así, nuestro cuerpo se conserve sano, fuerte y lleno de energía.

### **¿De dónde viene el azúcar que está en la sangre?**

Cada vez que comemos, los alimentos pasan por la boca, llegan al estómago y, finalmente, al intestino, donde son divididos en pedacitos muy pequeños que llamamos nutrientes, algunos de los cuales se convierten en azúcar, atraviesan el intestino y pasan a la sangre. Cada vez que esto ocurre, el páncreas envía insulina para que el azúcar no se quede en la sangre, sino que entre en las células y produzca energía para que ellas sigan vivas y puedan trabajar. La cantidad de azúcar que tenemos en la sangre se llama glucemia.

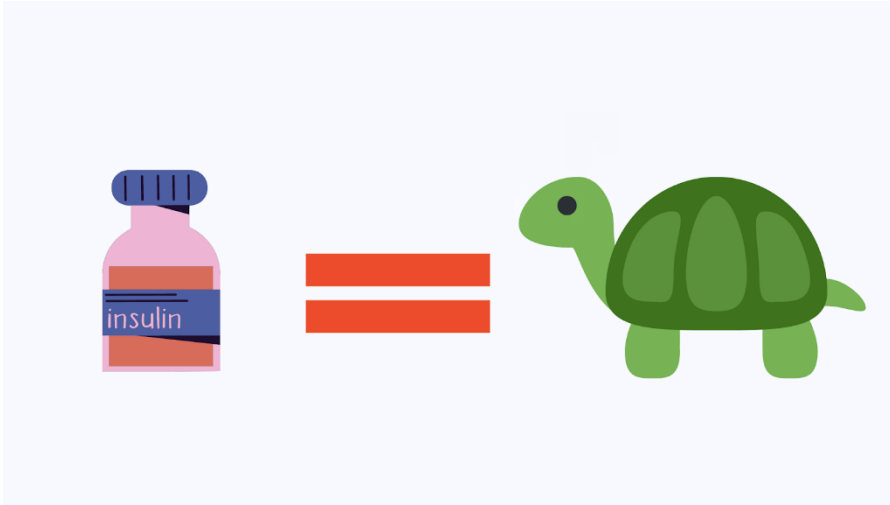
### **¿Qué pasa cuando el páncreas no produce insulina?**

Cuando el páncreas no produce insulina, esta hormona se debe reemplazar; la única manera de hacerlo es por medio de tres a cuatro inyecciones diarias o incluso más. A esto se le llama Terapia intensiva con insulina. La persona se debe inyectar insulina en cada comida, porque cada vez que come, los alimentos se transforman en glucosa al llegar a la sangre. Así, la glucosa puede entrar a las células y ser aprovechada para crear energía que servirá para realizar cualquier actividad, como: respirar, caminar, estudiar y demás.

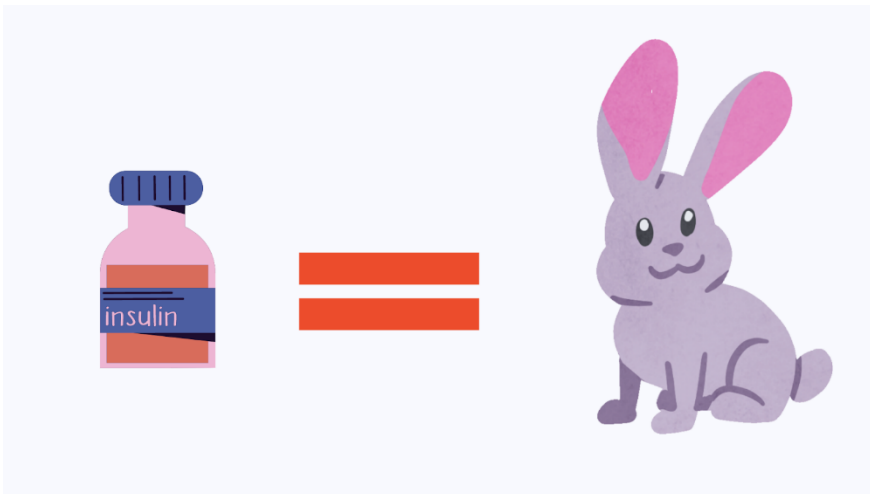
### **¿Cuánta insulina se debe aplicar?**

La insulina viene en unidades; el endocrinólogo es el encargado de decir cuántas unidades se debe aplicar cada vez, dependiendo de la edad, el peso, la estatura y el nivel de glucemia.

Hay dos tipos de insulina: una que trabaja despacio y permanece por largo tiempo en el organismo, para cubrir las necesidades del cuerpo durante todo el día; se llama insulina basal.

**Figura 1***Insulina basal*

La otra trabaja muy rápido y por corto espacio de tiempo; se llama insulina prandial o bolo. Se inyecta con las comidas.

**Figura 2***Insulina prandial*

Gracias a la aplicación de la insulina, el cuerpo puede utilizar bien la glucosa y tener energía durante todo el día.

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), (s.f.), la diabetes trae consigo diferentes problemas que afectan la calidad de vida y actividades cotidianas, siendo una de las principales causas de ceguera, insuficiencia renal, ataques cardíacos, derrames cerebrales y amputación de miembros inferiores. Es una enfermedad que requiere muchos cuidados y atención, por lo que es preocupante saber que, entre el 50 % y el



70 % de casos en Latinoamérica no son controlados adecuadamente. Tanto en Latinoamérica como en Colombia, se puede ver que una de las principales causas de las complicaciones de la diabetes es la falta de cuidados.

Una de las problemáticas que más afecta es la falta de información, puesto que las personas no pueden reconocer o identificar todas las consecuencias que trae el mal cuidado de esta afección; además, una persona con diabetes requiere el triple de dinero que una persona sin diabetes; el 50 % de las personas diagnosticadas no tiene acceso a un tratamiento (El Universal, 2021). Hay personas que no pueden cuidar de su enfermedad por situaciones externas, personas diagnosticadas o, aquellas que no están informadas para aplicar algún tipo de prevención. En caso de que la problemática mencionada continúe como hasta ahora, la diabetes será la séptima causa de mortalidad en 2030 (OPS y OMS, s.f.).

En 2019, la diabetes fue la novena causa más importante de muerte, calculando que más de un millón y medio de fallecimientos fueron consecuencia directa de esta afección (OMS, 2023), siendo una enfermedad de gran relevancia que, cada vez más y silenciosamente, se lleva varias vidas y se estima que se llevará más, en caso de no hacer nada al respecto. Entonces, con el proyecto se busca poder informar a las personas sobre la importancia de prevenir su aparición y, que aquellas diagnosticadas, puedan tener acceso a un tratamiento digno para mejorar su calidad de vida y duración. El proyecto busca poder controlar la glucometría con el conteo de carbohidratos respecto a la insulina; esto es esencial ya que, diferentes personas no tienen acceso a un sistema de salud o a una bomba de insulina alrededor del mundo; el 40 % de personas con diabetes no saben que la tienen; esto indica una tendencia a la desinformación y descuido; entonces, con la solución tecnológica propuesta se logrará evitar complicaciones o más muertes, haciendo que esta solución sea accesible a las personas que no pueden tener un sistema de salud eficaz.

### **¿Qué más puede causar diabetes?**

Algunas mutaciones genéticas, otras enfermedades, lesiones en el páncreas y ciertas medicinas.

La diabetes mellitus actualmente es uno de los principales problemas de salud a escala mundial, por su elevada prevalencia y, según los datos existentes, esta tendencia seguirá hasta 2025, especialmente en los países en vías de desarrollo. En España, la incidencia de diabetes mellitus tipo 1 oscila entre 11 y 15 casos por 100.000 habitantes/año, para la población menor de 15 años. En nuestro país no se dispone de ningún estudio que refleje la prevalencia global de la diabetes tipo 2, pero la mayoría de los últimos estudios de carácter local o regional muestran una prevalencia que se sitúa entre el 9,9 y el 15,9 % para la población mayor de 30 años. En España, la prevalencia de nefropatía diabética incipiente es del 13-15% y el 14-29%, en los pacientes con diabetes mellitus tipos 1 y 2, respectivamente. La prevalencia de nefropatía diabética establecida oscila entre el 13 y el 15% y entre el 5 y el 15%, en los pacientes con diabetes mellitus tipos 1 y 2, respectivamente. La prevalencia de polineuropatía es del





12,9 y del 24,1% en los pacientes con diabetes tipos 1 y 2, respectivamente. En nuestro país, la diabetes es la tercera causa de mortalidad en mujeres y la séptima en varones, y el sur, el sudeste y las provincias insulares son las zonas donde la mortalidad es mayor. (Soriano y De Pablos, 2007, p. 2)

Desde el aspecto familiar se tiene un gran acercamiento con la patología, haciendo que se conozca mucho sobre el tema, especialmente, desde el diario vivir de una persona diagnosticada de diabetes, considerando que no es un tema al que en el mundo se le proporcione una gran importancia, dando una motivación para poder ayudar desde el campo de la Ingeniería de sistemas. Con el uso del internet y los medios digitales, se ayudará a mejorar la calidad de vida, informar a los familiares, prevenir muertes o situaciones como la amputación. También se ayudará a prevenir la diabetes causada por la obesidad o por una mala dieta; entonces, se estaría colaborando a tratar una problemática sanitaria muy grande a nivel global.

El objetivo de este proyecto es dar la información que se requiere acerca de la diabetes, para hacer los ajustes necesarios en los hábitos de vida y, aplicar el tratamiento que ayude a controlarla.

Se pretende aprender a identificar, aceptar y manejar algunos sentimientos y emociones que han surgido y que se presentará en el transcurso del tiempo, como resultado del diagnóstico de diabetes, evitando que se conviertan en un obstáculo. En este escrito se halla información para fomentar el proceso de aprendizaje sobre la enfermedad.

Este proyecto se basa en crear un aplicativo móvil para el control de las glucometrías, utilizando recursos tecnológicos, como un aplicativo móvil en el cual iría una calculadora que ayude a relacionar los carbohidratos consumidos y la insulina que debe ser aplicada por unidades en cada persona, dependiendo de su nivel de glucosa y de los gramos de carbohidratos que serán consumidos.

La aplicación debe tener un apartado informativo que propicie videos, artículos, entrevistas, blogs, de carácter preventivo, informativo y educativo. Para evaluar el aprendizaje llevado a cabo por estos métodos se decide crear una trivia, para confirmar que sea el método adecuado y abrir campo para el conocimiento acerca de esta enfermedad para diagnosticados y personas que quieran conocer más sobre la misma.

Se piensa que es fundamental elaborar un mapa donde se encuentre la ubicación de especialistas, médicos, hospitales más cercanos y números de emergencia, no solo de salud, sino también para salud mental. Cabe resaltar que la presente aplicación será gratuita y abierta a toda la población que quiera acceder a ella; se manejará técnicas de aprendizaje de forma didáctica para el público, haciendo capacitaciones para el buen manejo del glucómetro, bomba de insulina (si la poseen) y la relación adecuada a la aplicación de insulina por carbohidratos consumidos. Esta aplicación está encaminada a ayudar a las personas que cuentan o no con la bomba de insulina.



## Método de desarrollo

### *Mobile - D*

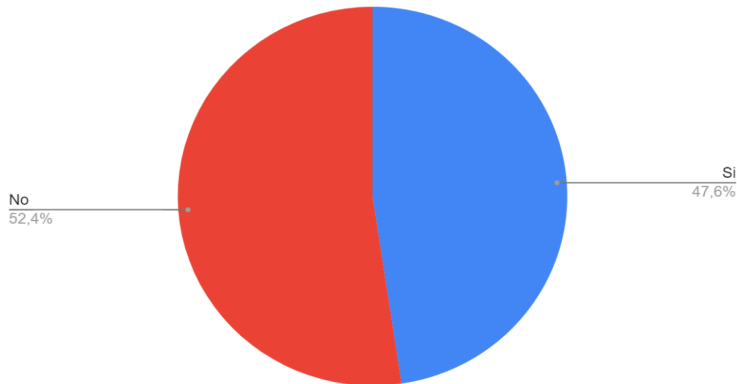
El objetivo de implementar esta metodología es conseguir ciclos de desarrollo muy rápido en equipos móviles; se basa en metodologías para el desarrollo de aplicaciones móviles conocidas pero aplicadas, como: Extreme programming, Crystal Methodologies y Rational Unified Process. Posee varias fases: exploración, inicialización, fase de producto, fase de estabilización y fase de pruebas. Cada una tiene un día de planificación y otro de entrega.

1. Fase de exploración: se busca implementar una solución tecnológica que permita modelar y gestionar los procesos de control para la aplicación de insulina en pacientes que padecen diabetes Mellitus Tipo 1. Se desea diseñar una aplicación móvil para el control de suministro de insulina. El diagnosticado podrá escanear su comida; la aplicación arrojará, por medio de la inteligencia artificial y por sus cantidades, la cantidad de carbohidratos consumidos y de insulina que debe ser aplicada. Se busca evaluar esta solución tecnológica en el grupo Glucolegas, para dirigir el crecimiento hacia las áreas de Ingeniería, con la finalidad de aunar información y personas que fomenten el desarrollo de conocimientos para alcanzar el objetivo del proyecto, creando soluciones tecnológicas innovadoras para esta patología.
2. Fase de iniciación: se opta por crear unas encuestas para recolectar información con el grupo Glucolegas, siendo una herramienta primordial para la recolección de datos y para poder continuar con la siguiente fase.
3. Fase de producto: con la encuesta ya creada, se procede a enviarla al grupo Glucolegas, en aras de tener la información necesaria para realizar el aplicativo móvil.
4. Fase de estabilización: con los datos recopilados se procede a evaluar los procesos necesarios para implementar en la aplicación.
5. Fase de pruebas: en esta etapa se puede concluir que el aplicativo es necesario para que los diagnosticados conozcan más acerca de su enfermedad. Así mismo, las personas no diagnosticadas pueden acceder a información de calidad.

A continuación, se puede ver los resultados de las encuestas aplicadas al grupo Glucolegas, formado por pacientes que tienen diabetes mellitus tipo 1, de diversas locaciones del país.

**Figura 3**

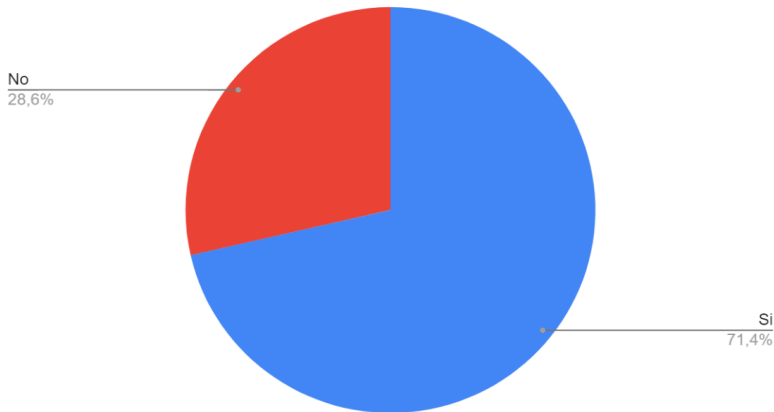
*¿Tiene bomba de insulina?*



Como se puede observar, solo un 47,6 % de los integrantes de este grupo posee bomba de insulina; se podría decir que, al no poseerla, su calidad de vida no es la mejor, ya que las personas que no tienen acceso a esta herramienta deben aplicarse insulina continuamente por medio de inyecciones diarias que oscilan entre seis o más.

**Figura 4**

*¿Tuvo problemas para adquirir su tratamiento?*

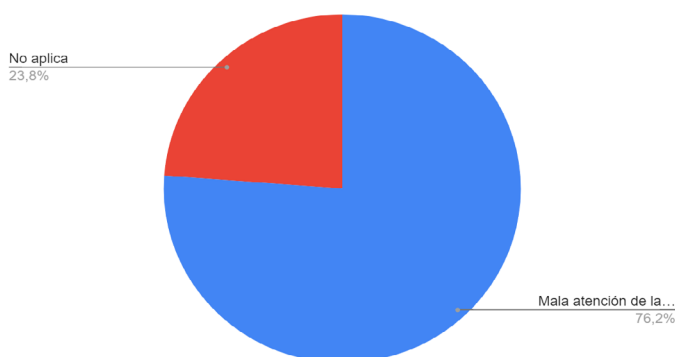


Si solamente el 28 % de personas no tuvo ningún inconveniente para adquirir su tratamiento, la atención está básicamente mal para ellas ya que, al no tener un tratamiento adecuado para su enfermedad, podrían desencadenar más patologías, haciendo que su calidad de vida disminuya considerablemente.



**Figura 5**

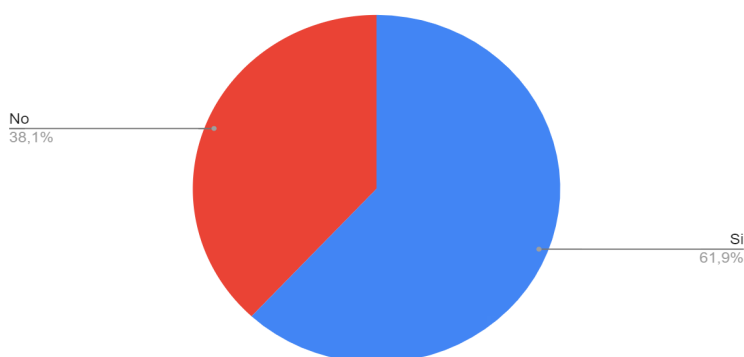
*¿Qué tipo de problemas?*



Confirmando el anterior resultado, existe un 76 % de diagnosticados que afirma que su tratamiento no se lleva a cabo con éxito, pues existe una mala atención por parte de su entidad de salud.

**Figura 6**

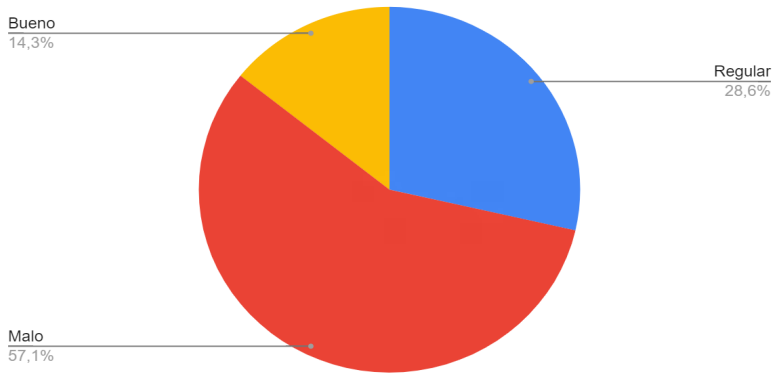
*Debido a los problemas que presentó para adquirir o mejorar su tratamiento, ¿tuvo alguna complicación?*



Un 61 % de esta población tuvo complicaciones relacionadas con la falta de acceso a un buen tratamiento para controlar la Diabetes Mellitus tipo 1.

**Figura 7**

*¿Cómo califica el sistema de salud en Colombia, con respecto a la diabetes?*



Este resultado evidencia una calificación baja a su entidad de salud, dado que no han recibido un buen tratamiento de su parte.

### Productos esperados

La investigación en este proyecto es vital para el desarrollo tecnológico en la salud de cada área del Estado, buscando una educación integral en la cual el sujeto-usuario aprenda de la vida de un paciente insulinodependiente y todo lo que implican sus cuidados. De esta manera se piensa hacer que la Ingeniería provea un recurso, aprovechando las zonas de máximo desarrollo con las que ya se cuenta, implementando tecnología que permita una más rápida difusión de la información, para la comprensión del ser y del medio ambiente.

Se hizo entrevistas a profundidad que permitieron conocer las necesidades reales del usuario. Así mismo, se llevó a cabo visitas a los lugares específicos que el usuario considere adecuados para realizar el trabajo de campo. Esta primera fase es importante porque permite el diagnóstico integral; esto significa que se debe realizar un trabajo colaborativo y multidisciplinario que permita una lectura completa de la realidad a intervenir, partiendo del principio de que toda investigación debe considerar una parte de escritorio y una parte de trabajo de campo.

KARBS contempla aquellas personas de nivel socioeconómico más bajo, en áreas rurales y aquellas con dominio limitado del inglés, para que puedan tener más. Esta aplicación tiene múltiples funciones como un diario de glucometrías tomadas; se convertirá así en un asistente para la diabetes; podrá controlar la diabetes sin descuidar la salud, evitando hipo e hiperglucemias. Hay un apartado con mucha información acerca de la enfermedad y videos de personas diagnosticadas; también, endocrinólogos que dan recomendaciones; controla las raciones de carbohidratos y recomienda las dosis de insulina con la calculadora de bolos.

KARBS será una aplicación inteligente; ella necesita recolectar información para conocer más brindar recomendaciones para que el manejo de la diabetes sea más controlada y regulada durante el día, especialmente para diabetes Tipo 1. Se



pretende que, una vez se tenga los datos, la persona pueda generar un informe para llevarlos a los respectivos controles médicos.

En otro apartado queremos dar la posibilidad de poder enlazar la misma cuenta en diferentes dispositivos móviles; en caso de menores, sus padres podrán mirar el registro de sus glucemias e insulina aplicada; o, en caso de esa persona especial de la que se quiere conocer cómo lleva su diagnóstico.

Como punto extra, se ha pensado que KARBS buscará ayuda médica en cualquier momento y permitirá ubicar centros asistenciales por medio de un mapa, tanto como hospitales y ayuda psicológica.

Ya que se quiere lograr la inclusión de pacientes desatendidos en este proceso, se incluye el diseño, implementación y plan de difusión de esta tecnología para la diabetes. Se opta por realizar el enfoque de diseño centrado en el usuario. La aplicación aprovecha un gran poder para reducir y eliminar múltiples disparidades para una atención diabética de alta calidad y resultados de salud importantes.

Dentro de la recolección de datos se observa que la frecuencia mínima es de cinco alimentos diarios para los pacientes diagnosticados y, como frecuencia máxima, se concluye que un diagnosticado con diabetes mellitus tipo 1 debe alimentarse mínimo tres veces por día y máximo siete, ya que si no come en sus horarios debidos, puede provocar una baja en los niveles de azúcar en la sangre y causar un estado hipoglucémico el cual, de no atenderse, puede presentarse de manera frecuente, y esto puede traer nocivas consecuencias a la salud.

Se puede concluir que, dentro de las edades que se introdujo en la encuesta, la edad media donde se da más casos de diabetes mellitus tipo 1 es a los 7 años, evidenciando síntomas como aumento de sed, orinar con frecuencia, hambre extrema, pérdida de peso involuntaria, fatiga, irritabilidad o cambios de comportamiento y aliento con olor a fruta.

Se puede determinar que los pacientes van a consulta como dato máximo diez veces al año y tres por mínimo; por otro lado, si no asiste a los controles médicos debido su diagnóstico, puede empeorar y no saber cómo va evolucionando la enfermedad, dificultando el control de su presión arterial y colesterol, llevando a un ataque cardíaco, accidente cerebrovascular y otros problemas, haciendo más difícil que la sangre circule hacia las piernas y los pies.

Como dato mínimo, se determina que el paciente se toma dos glucometrías por día y como dato máximo, se puede tomar hasta 14 glucometrías diarias. Estas tomas de glucometría proporcionan información útil para el control de la diabetes y controlar el efecto de los medicamentos sobre los niveles de glucosa sanguínea. Igualmente, se realizó un proceso de investigación a una población pequeña de personas diagnosticadas con diabetes mellitus entre tipo 1 y tipo 2, para que puedan presentar sus inconformidades; dentro de las encuestas pudieron conocer más sobre la enfermedad, como edad a la que se le diagnosticó la enfermedad, si fue fácil acceder a su tratamiento, identificar si los niveles de glucosa sanguínea son altos o bajos, etc.



## Conclusiones

El surgimiento de una idea establece trabajar en ella para lograr objetivos claros que generen soluciones a problemas reales de la sociedad. Por medio del desarrollo del pregrado en Ingeniería de Sistemas en la Universidad Mariana, se ha trabajado en esta idea de proyecto de grado bajo la modalidad de Desarrollo Tecnológico y se pretende brindar un aporte por medio de la implementación de una solución tecnológica que permita controlar el suministro de insulina respecto al consumo de carbohidratos en pacientes que padecen diabetes Mellitus Tipo 1.

De manera específica, por medio del diseño de una aplicación móvil, se busca controlar el suministro de insulina, dependiendo del consumo de carbohidratos en pacientes que padecen diabetes Mellitus Tipo 1. Esta aplicación comprende varias secciones: glucometrías, carbohidratos, administración de insulina, registro de dieta, administración de medicamentos, centros asistenciales de salud física y mental. Será diseñada con una interfaz amigable para que el paciente, su familia, el médico y las personas directamente implicadas con el diagnosticado, puedan usarla sin inconvenientes.

Finalmente, después de toda la investigación realizada e información recolectada, se puede comprender la magnitud del problema que resulta la diabetes tipo 1, así como la falta de control de la misma, entendiendo la cantidad de vidas que se lleva cada día. De esta forma se pretende formar una posible solución para esta gran problemática, útil para poder solucionar poco a poco, proporcionando información sobre ella y un posible tratamiento accesible a todo el público. Esto facilita adquirir la generación de un nuevo conocimiento y fortalecer una idea disruptiva que sea capaz de dar un paso para la buena salud de las personas.

## Referencias

- El Universal. (2021, 11 de noviembre). La diabetes sigue proyectando su crecimiento. *El Universal*. <https://www.eluniversal.com.co/viernes/la-diabetes-sigue-proyectando-su-crecimiento-IA5705974>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2023). Diabetes. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) y Organización Mundial de la Salud (OMS). (s.f.). Diabetes. [paho.org/es/temas/diabetes](https://paho.org/es/temas/diabetes)
- Soriano, P. y De Pablos, P. L. (2007). Epidemiología de la diabetes mellitus. <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-pdf-13112118>



# Capítulo 4

## Plan de Negocios para la creación de una aplicación móvil para la prestación de servicios de ambulancias en el municipio de Pasto

Alejandro Luna Pascuas<sup>1</sup>

Jonathan Armando Vásquez Barahona<sup>2</sup>

Ángela Tatiana Jamauca Ramos<sup>3</sup>

**Cítese como:** Luna-Pascuas, A., Vásquez-Barahona, J. A. y Jamauca-Ramos, Á. T (2023). Plan de Negocios para la creación de una aplicación móvil para la prestación de servicios de ambulancias en el municipio de Pasto. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 46-59). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c334>

### Resumen

El proyecto se realiza con el fin de dar solución a la falta de comunicación entre las ambulancias y la persona solicitante del servicio. En esta investigación se optimiza la gestión del servicio de ambulancia en la ciudad de Pasto a través de una herramienta software que analiza y permite adquirir la información del proceso del servicio de ambulancias por medio de encuestas y observación directa con el desarrollo de una arquitectura de software 4+1, además del prototipo software, implementando herramientas que faciliten la comunicación de los móviles con los usuarios. Es importante destacar que el proyecto aporta con desarrollo investigativo y tecnológico en la ciudad; además, aborda temas como la implementación de nuevas tecnologías en el sector de la salud y el buen uso que se les da a las mismas, para comprender el nivel de manejo en una emergencia y su buena interacción de la empresa prestadora de salud con los clientes. En el proyecto se implementa la metodología ágil OpenUP, la cual cuenta con diferentes características como un proceso unificado que aplica enfoques iterativos e incrementales dentro de un ciclo de vida estructurado.

**Palabras clave:** aplicativo móvil; ambulancia; paciente; comunicación; agilidad.

<sup>1</sup> Universidad Mariana, Programa de Administración de Negocios Internacionales, Semillero GEAN. Correo: aleluna@umariana.edu.co

<sup>2</sup> Universidad Mariana, Programa de Ingeniería de Sistemas, Semillero Elite. Correo: ja.vasquezbarahona@umariana.edu.co

<sup>3</sup> Universidad Mariana, Programa de Ingeniería de Sistemas, Semillero Elite. ajamauca@umariana.edu.co



## **Business plan for the creation of a mobile application for the provision of ambulance services in San Juan de Pasto**

### **Abstract**

The project is carried out to solve the lack of communication between ambulances and the person requesting the service. In this research the management of the ambulance service in the city of Pasto is optimized through a software tool that analyzes and allows to acquire the information on the ambulance service process through surveys and direct observation with the development of a 4+1 software architecture, in addition to the software prototype, implementing tools that facilitate the communication of the cell phones with the users. It is important to highlight that the project contributes to research and technological development in the city; in addition, it addresses issues such as the implementation of new technologies in the health sector and the good use that is given to them, to understand the level of management in an emergency and its good interaction of the health provider company with customers. The project implements the OpenUP agile methodology, which has different characteristics such as a unified process that applies iterative and incremental approaches within a structured life cycle.

*Keywords:* Mobile application; ambulance; patient; communication; agility.

### **Plano de negócios para a criação de um aplicativo móvel para a prestação de serviços de ambulância no município de Pasto**

#### **Resumo**

O projeto é realizado para solucionar a falta de comunicação entre as ambulâncias e a pessoa que solicita o serviço. Nesta pesquisa, a gestão do serviço de ambulância na cidade de Pasto é otimizada por meio de uma ferramenta de software que analisa e permite adquirir as informações sobre o processo de serviço de ambulância por meio de pesquisas e observação direta com o desenvolvimento de uma arquitetura de software 4+1, além do protótipo de software, implementando ferramentas que facilitam a comunicação dos telefones celulares com os usuários. É importante destacar que o projeto contribui para a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico na cidade; além disso, aborda questões como a implementação de novas tecnologias no setor de saúde e o bom uso que é dado a elas, para entender o nível de gerenciamento em uma emergência e sua boa interação da empresa provedora de saúde com os clientes. O projeto implementa a metodologia ágil OpenUP, que tem características diferentes, como um processo unificado que aplica abordagens iterativas e incrementais em um ciclo de vida estruturado.

*Palavras-chave:* aplicativo móvel; ambulância; paciente; comunicação; agilidade.

### **Introducción**

Evidenciando la falta de comunicación al momento de solicitar el servicio de ambulancias, es viable la creación e implementación de una aplicación móvil que agilice este proceso; así, las nuevas tecnologías de la información y la comunicación



en el campo de la salud, ayudan con los procesos básicos que requieren un llamado de emergencia; de esta manera, agrupado con el plan de negocios, es factible su distribución en las diferentes empresas prestadoras de salud con este servicio tan indispensable. Al momento de realizar estudios de mercado, técnico, administrativo, económico y financiero sobre su implementación en la ciudad de Pasto, se puede observar que se necesita el aplicativo para mejorar procesos de llamado y así, con su pronta respuesta, evitar posibles pérdidas de vida de los usuarios.

### **Planteamiento del problema y justificación**

La primera problemática refleja que en el municipio de Pasto existe una demanda alta al solicitar el servicio de ambulancias, pudiendo ser un factor negativo para el entorno, ya que no existe una capacidad comunicativa eficiente para el proceso de solicitud y prestación del servicio, convirtiéndose en una problemática social para todos, dado que en algún escenario de nuestras vidas estaremos obligados a solicitar este servicio donde, muy probablemente se desconoce la información para llevar a cabo y cómo hacerlo; además, los procesos de solicitud son muy demorados y negligentes.

Como segunda problemática, se pudo determinar que las personas que se encuentran con falta de movilidad para desplazarse de un lugar a otro no pueden obtener los tratamientos respectivos, por no tener otra opción a la tradicional línea de atención a emergencias, donde quizás el servicio llegue fuera de la hora requerida, perjudicando al cliente.

Muchos factores pueden incidir al momento de demandar un servicio de ambulancias, como la existencia de una mala comunicación, la falta de experiencia de un colaborador que maneje la ambulancia, hasta el de la persona que requiera del servicio, si no sabe su ubicación exacta. Por último, se puede identificar un gran impacto en la sociedad con base en la implementación de una aplicación móvil para ambulancias; las personas son curiosas y seguro muchas demandarían el servicio, no solo por curiosidad, sino por seguridad; esta aplicación ofrece ese gran impacto, haciendo sentir a una persona segura del servicio que estaría demandando, si alguna vez lo requiere, porque nunca se sabe cuándo uno pueda necesitar de un servicio óptimo con buenos canales de comunicación.

Rojas y Mayorga (2018) determinan que, en Colombia existe una mortalidad estimada de 287 423 personas en el periodo 2010-2014, según un estudio realizado sobre algunos resultados del análisis de las tasas crudas de mortalidad, realizado a partir de los datos publicados por el Departamento administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) sobre el número de muertes de la población colombiana. No obstante, en la ciudad de Pasto, el porcentaje de mortalidad es bajo y, entre las principales causas, se resalta: accidentes automovilísticos, accidentes graves en casa, entre otros. Para realizar una óptima atención a las emergencias, es necesario establecer una estrategia ágil para la gestión del servicio de ambulancia que garantice los servicios necesarios para la atención del paciente en el momento de un siniestro. Con base en esto, se puede evidenciar que en la ciudad no se



brinda un servicio adecuado y óptimo en la atención y transporte del paciente hacia el centro de salud; por consiguiente, se genera un mal uso de recursos y, además, graves consecuencias para los pacientes hasta, en algunos casos, generar la muerte. Este es un problema que no ha sido explorado por la comunidad académica, dando paso a otros investigadores que puedan evaluar la temática y poder obtener buenos resultados.

En la ciudad de Pasto se logra apreciar que existen alrededor de cinco empresas en la entidad privada que prestan el servicio de ambulancia por una línea tradicional fija o celular, en las cuales está: Ambulancias San José SAS, Ambulancias Sai SAS, Ambulancias A V Latinas SAS, Grupo Especializado de Ambulancias Medicalizadas SAS, Ambulancias San Felipe SAS. En la entidad pública: Hospital Infantil, Hospital San Pedro, Hospital Departamental, entre otras entidades públicas.

En la investigación de Narváez et al. (2017) se evidencia la ineficiencia, los tiempos de espera de los accidentados y la falta de comunicación con las ambulancias u organismos de emergencia para atender una colisión o un accidente de tránsito de forma oportuna y eficiente. Los autores afirman que hoy en día está habilitada la línea 123 como único medio para solicitar ambulancias; por esta razón, se observa mucha congestión al momento de solicitarlas, ya que esta línea además maneja los servicios de Bomberos y Policía al mismo tiempo, produciendo demoras entre 30 minutos hasta una hora, afectando el estado del lesionado, que puede pasar de estable a crítico. En la ciudad de Pasto se cuenta con una problemática similar al solicitar el servicio de ambulancia, bien sea entidades públicas o privadas. La ineficiente comunicación entre el usuario que requiere la ambulancia y el receptor del llamado conlleva una mala comunicación, por el hecho de las congestiones y la falta de personal que recibe el llamado. Se puede decir que en Pasto no hay aplicaciones tecnológicas o móviles para el llamado de ambulancias, debido a que no se ha explorado los recursos que ofrecen las nuevas tecnologías en el área hacia el servicio de transporte a pacientes y la falta de adecuación de una infraestructura tecnológica; por tal motivo, no se encuentra aplicaciones que solventen esta necesidad hacia la comunidad y que son importantes para una emergencia.

Teniendo en cuenta el estudio de Shimizu (2021), se puede observar un grave desperdicio de recursos por parte de las entidades públicas cuando no atienden el llamado de emergencia, dando así pérdida a estas. Es importante, en consecuencia, encontrar un llamado efectivo a las ambulancias ya que, si más de dos de ellas hacen presencia en una emergencia, hay pérdida por parte de las empresas prestadoras de salud.

Las instituciones de salud con recursos deben fortalecer la Red Nacional de Urgencias en cualquiera de sus componentes: comunicaciones, dotación con equipos, transporte de pacientes (aéreo, terrestre, fluvial y marítimo); se hace necesario cumplir algunos requerimientos técnicos para acceder a los recursos y cofinanciar estos proyectos.

Cada ambulancia del país cuenta con medios suficientes para una buena prestación al paciente y si su llamado se hace en vano, la pérdida en recursos sería notoria,



además de que sus equipos médicos le cuestan a la Nación y más, a las entidades públicas prestadoras del servicio.

Como afirma Alvarado (2021),

Con respecto al contexto geográfico y económico y al estado de los equipamientos médicos en dichas zonas, nos encontramos frente a un serio problema de falta de atención mínima a este sector de la población, una exclusión en la salud. El término de exclusión en salud se refiere a un déficit en la relación entre las necesidades de salud y la capacidad de respuesta del Sistema de Salud. (p. 6)

Esto evidencia algunas de las problemáticas que investigaciones anteriores demuestran que existen en algunos barrios periféricos en la ciudad de Pasto, donde la llegada de las ambulancias toma mucho tiempo, influyendo en su efectividad y, una falta de comunicación ágil entre la empresa prestadora de salud y el usuario que solicita el servicio.

En cuanto a elaborar y dar cumplimiento al área de transporte en el servicio de ambulancias, hace falta mejorar la infraestructura y el manejo de las eventualidades. Es indispensable, por parte de los conductores, cumplir un protocolo de llegada y, atender con el mayor interés posible cada llamada. Una deficiente gestión no solo vulnera el derecho de asistencia en el traslado de pacientes, sino que afecta las demás áreas; las ambulancias inoperativas causan que los choferes que no tengan unidad para manejar pasen a otras áreas, ofreciendo un mal servicio y sobrecargando el traslado de pacientes.

Esto permite identificar la falencia de implementación tecnológica en el área del desplazamiento de ambulancias hacia lugares específicos; de igual manera, la falta de comunicación entre usuarios y conductores evidencia el poco apoyo tecnológico para solucionar dicha problemática.

El periódico El Tiempo (2008), bajo los registros de las fechas en que comenzó a funcionar la línea de emergencias 123, da a conocer que, “entre el 1 de julio de 2007 cuando comenzó a funcionar y el 15 de febrero, la línea recibió 24 587 551 llamadas, un promedio de 109 765 por día” (párr. 5). Para atender esas llamadas hay 272 personas que responden las 24 horas del día. Del total de llamadas, 355 258 (1,4 %) fueron solicitudes de ambulancias que debía tramitar el Centro Regulador de Urgencias y Emergencias (CRUE) de la Secretaría Distrital de Salud (SDS).

Esto da a entender que la forma tradicional de llamar al 123 y solicitar un servicio se encuentra muy demandada; como consecuencia, se genera una saturación del sistema de llamadas para poder atender el servicio de ambulancias. Comunicarle al operario (receptor) que llegue hasta el lugar indicado se convierte en tiempo perdido, puesto que gran porcentaje de estas situaciones es de pérdidas humanas, por la falta de una comunicación efectiva

En este orden de ideas, el presente plan de negocios se puede medir con los objetivos que contiene la Agenda 2030, como son los siguientes:



**Trabajo decente y crecimiento económico:** es esencial destacar que el presente proyecto se enlaza con este aspecto que se pretende implementar, aportando con empleo y desarrollo económico en la ciudad; además, permitiendo tener un equipo de trabajo y respetando los derechos del trabajador.

**Acción por el clima:** a pesar de ser un plan de negocios de base tecnológica, termina repercutiendo sobre el mundo físico, porque el principal canal de transporte son las ambulancias, las cuales deben ser utilizadas de forma innovadora, cuidando el medio ambiente y el cambio climático, haciendo una transferencia por ambulancias eléctricas -de preferencia-, para ser innovadores en medios de comunicación y con el medio que nos rodea.

**Alianzas para lograr los objetivos:** dado que cada ser humano tiene distintas habilidades o conocimientos, unos mejores que otros y, siendo un plan de negocios de base tecnológica, se requiere un equipo de expertos para forjar el proyecto y contribuir de forma positiva en nuestra sociedad. El presente proyecto pretende implementar un prototipo software enfocado a dispositivos móviles, el cual mejorará la solicitud de ambulancias en el municipio de Pasto, dando así solución a la falta de comunicación entre el usuario y la ambulancia, generando una pronta atención y aumentando las posibilidades de sobrevivir.

Lo anterior es factible, como lo demuestra Fiallos (2019): si una ambulancia llega a tiempo, la supervivencia del paciente es mayor; de lo contrario, puede declinar.

En el mundo actual existe un auge por el uso de aplicaciones móviles que sean debidamente usables por los diversos usuarios; es así como estas se convirtieron en un mercado que se debe aprovechar, brindando un conjunto de soportes y ayudas que faciliten tanto la comunicación entre personas como la fácil ejecución de tareas básicas en cada medio. La usabilidad es considerada uno de los factores más importantes dentro de la calidad de un producto de software, para tener una acogida por parte de la comunidad que hará uso de ellas.

En la actualidad, las aplicaciones móviles con su interfaz amigable nos permiten la comunicación con nuestro entorno; además, son fáciles de descargar en cualquier dispositivo móvil.

El uso de las diferentes aplicaciones que hoy se presenta en el mercado tiene un alcance muy significativo en el desarrollo de nuevos mecanismos de comunicación, ya sea en el sector público o privado, dependiendo de los usos que se les dé, pues cada una cumple una finalidad muy importante que puede beneficiar a muchas personas que se encuentran involucradas en este proceso; así, puede generar empleos, conocer estrategias de una mejor comunicación, emplear las TIC en ámbitos laborales y educativos, etc.; por esto, se decide crear un *Rest Api*, ya que al ser un conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para diseñar e integrar el software de aplicaciones, este genera una mejor comunicación entre el consumidor y el que requiere el producto o servicio.

Los Servicios de Emergencias Médicas (SEM), como se les llama comúnmente en los Estados Unidos, son aplicados generalmente al componente del servicio de



ambulancia, el cual responde a una emergencia médica o quirúrgica en el propio lugar. Según esto, la atención prehospitalaria comprende los servicios de atención y transporte a enfermos o accidentados antes de ingresar a un establecimiento asistencial, ya sea un hospital o una clínica; es por esto que la comunicación con el móvil (ambulancia) debe ser muy ágil. Entonces, es indispensable implementar una aplicación que facilite este proceso, ya que el sector de la salud debe involucrar herramientas tecnológicas no solo en procedimientos internos en cada centro asistencial, sino también en las ambulancias, que son el medio más efectivo que se encuentra relacionado con el pueblo y sus emergencias.

En el sector de la salud, es indiscutible la necesidad de implementar tecnología y apoyarse de procesos únicos para brindar mejor servicio al usuario, como manifiestan Columbié et al. (2018):

Es preciso definir en este contexto el proceso de ciencia e innovación tecnológica en Tecnología de la Salud, como un conjunto de fases sucesivas que conducen a la generación, adquisición y aplicación de los conocimientos científicos que permita la transformación de una idea en un producto, proceso o procedimiento; al ser capaz de favorecer la actividad creativa e innovadora, la cual se concreta en un resultado novedoso. (p. 53)

La implementación de nuevas tecnologías en este sector ayuda a salvar muchas vidas, ya que cada día la tecnología aporta en gran cantidad sobre nuevas enfermedades y su tratamiento hasta llegar a la cura; así, se puede aportar desde el llamado de emergencia, que establece un problema y, se elabora un producto software que sea útil para las personas que requieran del servicio.

Es importante destacar que el presente proyecto aporta con desarrollo investigativo y tecnológico en la ciudad, además de abordar temas como la implementación de nuevas tecnologías en el sector de la salud, el buen uso que se les da a las mismas, comprender el nivel de manejo en una emergencia y la buena interacción de la empresa prestadora de salud con los clientes.

## **Antecedentes**

### **Ambulancias Medellín**

Ambulancias Medellín (Amb-Med) es una aplicación que integra el Sistema de Emergencias Médicas (SEM) de la ciudad de Medellín, el cual permite a los ciudadanos informar y solicitar ambulancias en caso de un accidente, lesionados en la vía, emergencias en el hogar, entre otras. (Alcaldía de Medellín, 2019, párr. 1)

Ahora, los aseguradores, prestadores de servicios de salud y las empresas de ambulancias están conectados a través de un sistema único de información. La aplicación tiene la posibilidad de adjuntar una foto al momento de solicitar el servicio, que ayuda en la comprensión de los hechos con la solicitud del servicio; además, al momento de hacer uso de la aplicación se especifica el tipo de emergencia, como lesionado en accidente de tránsito, persona lesionada en vía,



emergencia en el hogar u otros, relacionados con salud; esto es viable para su agilidad y para que el personal de salud atienda específicamente la emergencia. En la Tabla 1 se presenta las características y especificaciones más importantes sobre el producto encontrado en el mercado.

**Tabla 1**

*Ambulancias Medellín*

|                                 |                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Objetivo</b>                 | Esta herramienta se diseñó para ampliar los canales de contacto de los ciudadanos y para fortalecer su rol ante un accidente de tránsito o eventualidad médica                                          |
| <b>Tiempo existencia</b>        | <b>de</b> Desde 2020                                                                                                                                                                                    |
| <b>Frecuencia actualización</b> | <b>de</b> Cada seis meses                                                                                                                                                                               |
| <b>Funcionalidad</b>            | La aplicación permite solicitar un servicio de ambulancia en tiempo real, para dar una atención más ágil y oportuna a los accidentes y emergencias en general                                           |
| <b>Atributos de calidad</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad aceptable</li> <li>- Buena portabilidad</li> <li>- Usabilidad alta</li> <li>- Eficiencia de desempeño alta</li> <li>- Compatibilidad alta</li> </ul> |
| <b>Licenciamiento</b>           | Libre                                                                                                                                                                                                   |

Fuente: Alcaldía de Medellín (2019).

**Diseño de un prototipo de sistema de prelación vehicular para la optimización del servicio de ambulancias en vías de acceso a hospitales de la ciudad de Guayaquil**

La falta de prioridad vehicular orientada a vehículos de emergencia genera retrasos en tiempos de llegada e impide un tránsito fluido en la vía de acceso principal hacia los hospitales (Macías, 2021). Este proyecto se basa en el colapso vehicular producido en la avenida Casuarinas que da acceso al Hospital Monte Sinaí en la ciudad de Guayaquil, específicamente por la poca prioridad que existe para los vehículos de emergencia, ocasionando posibles desfases en sus tiempos estimados de llegada al centro de atención hospitalaria. En la Tabla 2 se presenta una estimación al proyecto actual, con la similitud de salvar, guardar y transportar vidas que necesitan atención médica de inmediato.

Tabla 2

*Diseño de un prototipo de sistema de prelación vehicular para la optimización del servicio de ambulancias en vías de acceso a hospitales de la ciudad de Guayaquil*

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Objetivo</b>                 | Diseñar un prototipo de sistema de prelación vehicular mediante sistemas embebidos programables de tecnología <i>Open Source</i> para la optimización del servicio de ambulancias en vías de acceso a hospitales de la ciudad de Guayaquil                                                                                                                            |
| <b>Tiempo existencia</b>        | <b>de</b> Desde 2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Frecuencia actualización</b> | <b>de</b> Cada seis meses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Funcionalidad</b>            | El daño colateral que causa un retraso en el traslado de pacientes, aumenta significativamente la tasa de mortalidad. Como parte de la solución, el diseño del prototipo busca beneficiar la acción rápida en la transportación de pacientes, manteniendo estables los tiempos de llegada a las unidades de emergencia, tomando como límite la llamada ‘hora de oro’. |
| <b>Atributos calidad</b>        | <b>de</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Seguridad aceptable</li><li>- Buena portabilidad</li><li>- Usabilidad alta</li><li>- Eficiencia de desempeño alta</li><li>- Compatibilidad alta</li></ul>                                                                                                                                                           |
| <b>Licenciamiento</b>           | Libre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Fuente: Macías (2021).

**Aplicación móvil de asignación de ambulancias para el traslado de pacientes de Emergencia**

El desarrollo de la aplicación de asignación de ambulancias para el traslado de pacientes de emergencia fue posible gracias a la revisión de fuentes confiables con los indicadores planteados dentro de la investigación, con el fin de determinar qué impacto generaría la implementación de una aplicación móvil de solicitud de ambulancias para el traslado de estos pacientes. (Huaroto, 2020, p. 23)

Se aplicó la metodología ágil de Mobile D, que se centra en plataformas móviles. La investigación planteada fue provechosa ya que al evaluar los resultados se obtuvo un 93 % de emergencias atendidas; este valor supera a los encontrados para la investigación actual. En la Tabla 3 se presenta cierta similitud a nuestro proyecto en cuanto a realizar una comunicación efectiva y segura de los usuarios con la empresa prestadora de salud en un momento de emergencia.

**Tabla 3**

*Aplicación móvil de asignación de ambulancias para el traslado de pacientes de Emergencia*

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Objetivo</b>                    | Determinar el impacto que tiene la implementación de una aplicación móvil de asignación de ambulancias para el traslado de pacientes en una emergencia. La investigación es de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo y diseño no experimental, transversal y descriptivo |
| <b>Tiempo de existencia</b>        | Desde 2020                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Frecuencia de actualización</b> | No especifica                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Funcionalidad</b>               | La aplicación móvil tendría un efecto positivo al ser utilizada para la generación de solicitudes de emergencias nivel I, II y III, logrando disminuir el tiempo de respuesta e incrementar el número de solicitudes procesadas.                                          |
| <b>Atributos de calidad</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad aceptable</li> <li>- Buena portabilidad</li> <li>- Eficiencia de desempeño alta</li> <li>- Compatibilidad alta</li> </ul>                                                                                              |
| <b>Licenciamiento</b>              | Libre                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Fuente: Huaroto (2020).

### **Plan de negocio para la creación de una tienda en línea de artículos tecnológicos**

Autor: José William Vega - Universidad EAN, Año 2020

**Objetivo general:** Estructurar los procesos para lograr la implementación de un servicio de mercadeo y comercialización de productos tecnológicos y servicios de chatbots, y un ERP definidos por la organización.

#### **Objetivos específicos:**

- Clasificar el diseño de las diferentes soluciones de mercadeo, que se acondicionen a las expectativas y necesidades del cliente de acuerdo con las características del producto.
- Elaborar una interfaz amigable en la plataforma en línea para la venta y servicio de los productos tecnológicos.
- Certificar que las entregas de productos tecnológicos adquiridos por la tienda en línea lleguen a su destinatario final en el menor tiempo posible.
- Mantener un inventario adecuado en las bodegas de los productos tecnológicos ofrecidos.



## **Diseño de una herramienta virtual que evalúe el clima laboral de la Universidad CESMAG**

Autores: Evelyn Marcela Achicanoy Bastidas, Fabián Darío Sánchez Muñoz y María Constanza Souza Ordoñez, Año 2021

**Objetivo general:** Diseñar una herramienta virtual que evalúe el clima laboral en la Universidad CESMAG

### **Objetivos específicos:**

- Establecer los factores de evaluación del clima laboral para la Universidad CESMAG, según los referentes teóricos.
- Alinear los factores de evaluación del clima laboral, a la estrategia de gestión del talento humano de la Universidad CESMAG.
- Aplicar la herramienta virtual que evalúe el clima laboral en la Universidad CESMAG

## **Propuesta de implementación del plan de emergencias y contingencias para la empresa Inversiones Jomayosa SAS basado en la Norma ISO 45001 de 2018**

Autoras: María Alejandra Orjuela Perdomo y María Alejandra Ruge Vera, Universidad ECCI, 2021

**Objetivo general:** Diseñar la propuesta de implementación de un plan de emergencias y contingencias para la empresa Inversiones Jomayosa SAS basado en la Norma ISO 45001, 2018, enfocado en la comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.

### **Objetivos específicos:**

- Realizar un diagnóstico que permita conocer las características de infraestructura y cultura organizacional de la empresa, analizando suministros, servicios y recursos existentes, así como requisitos legales aplicables.
- Identificar los factores de riesgo susceptibles de controlarse o de mitigarse por medio de planes de acción o emergencia, haciendo uso de la matriz 'Peligros y análisis de vulnerabilidad'.
- Establecer un esquema documental de organización eficiente y continua que permita responder ante cualquier emergencia y contingencia, con el apoyo del análisis de las partes interesadas.

**Objetivo general:** Elaborar un plan de negocios para la creación de una aplicación móvil para la prestación de servicios de ambulancias en el municipio de Pasto.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un estudio de mercado que permita observar la oferta, demanda, precio, plaza y demás variables que garanticen un pleno conocimiento del mercado para la creación de una aplicación digital en la prestación de servicios de ambulancias en el municipio de Pasto.

- Efectuar un estudio técnico con el fin de determinar los recursos físicos y operativos suficientes y necesarios para la creación de una aplicación digital para la prestación de servicios de ambulancias en el municipio de Pasto.
- Elaborar un estudio administrativo y legal que permita establecer la estructura, organización y condiciones normativas existentes para implementar una aplicación digital para la prestación de servicios de ambulancias en el municipio de Pasto.
- Hacer un estudio económico y financiero que permita conocer la rentabilidad del proyecto, sus posibles fuentes de financiación, su crecimiento y sostenibilidad en el mercado.
- Elaborar el estudio tecnológico para determinar el impacto que provoca la creación de la aplicación móvil para la prestación de servicios de ambulancias en el municipio de Pasto.

### Metodología para el desarrollo tecnológico

El presente proyecto se implementará con la metodología ágil OpenUP, la cual cuenta con diferentes características, como un proceso unificado que aplica enfoques iterativos e incrementales dentro de un ciclo de vida estructurado y utiliza una filosofía ágil que se enfoca en la naturaleza de colaboración en el desarrollo de software. Es una herramienta agnóstica que puede extenderse para hacer frente a una amplia variedad de proyectos.

**Tabla 6**

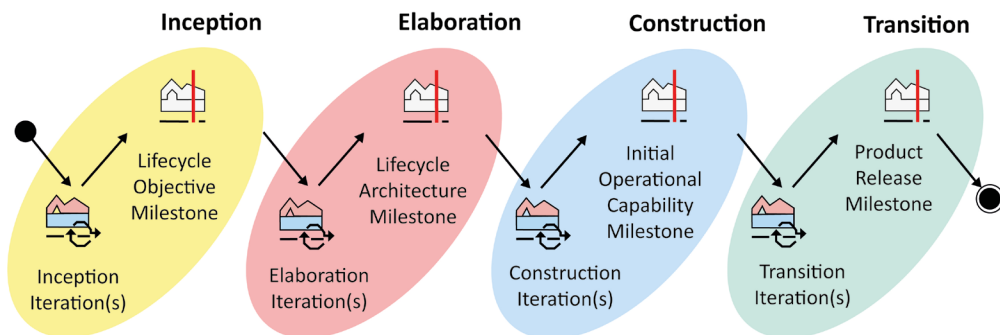
*Método de Desarrollo*

| <b>Método:</b>       | <b>OpenUP</b>                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Etapas:</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comienzo</li> <li>• Elaboración</li> <li>• Construcción</li> <li>• Transición</li> </ul>                                                                                                                |
| <b>Artefacto(s):</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan del proyecto</li> <li>• Libro de arquitectura</li> <li>• Diseño</li> <li>• Caso de uso</li> <li>• Requisitos del sistema</li> <li>• Prueba desarrolladora</li> <li>• Plan de despliegue</li> </ul> |
| <b>Role(s):</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Developer</li> <li>• Architect</li> <li>• Project Manager</li> <li>• Analysis</li> <li>• Tester</li> </ul>                                                                                              |
| <b>Métrica(s):</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionalidad</li> <li>• Usabilidad</li> </ul>                                                                                                                                                          |



**Figura 1**

*Ciclo de vida OpenUP*



Fuente: Ríos et al. (s.f.).

## Conclusiones

Recapitulando, el prototipo de la aplicación móvil para el servicio de ambulancias en el municipio de Pasto se desarrollará, implementará y dará paso a sus respectivas pruebas, para cumplir con los respectivos objetivos específicos.

Se puede determinar la oportunidad de negocio que podrá generar la implementación de una aplicación móvil para ambulancias en el municipio de Pasto, con el apalancamiento de la tecnología y la implementación de la aplicación como un servicio innovador, dándole un giro enorme a la comunicación y respuesta ante ella frente a una emergencia de cualquier tipo que requiera de una ambulancia.

Se evidencia un claro proceso investigativo para crear un plan de negocios e implementar ayuda tecnológica en su desarrollo y ejecución.

## Referencias

- Alcaldía de Medellín. (2019). Ambulancias Medellín. [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.netux.ambulance&hl=es\\_CR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.netux.ambulance&hl=es_CR)
- Alvarado, M. M. (2021). *Rural Wichay: Vehículo para el traslado de emergencia a centros de salud en zonas rurales del Perú* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/177052?show=full>
- Columbié, M., Ramos, V., Lazo, M. A., Morasen, E., Solís, S. y González, T. R. (2018). A propósito de la nueva universidad innovadora en tecnología de la salud. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, 9(3), 50-57.
- El Tiempo. (2008). Línea 123 sigue en deuda. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-2845397>



- Fiallos, H. C. (2019). *Aplicación de técnicas de minería de datos para el análisis de tiempos de respuestas de emergencias pre-hospitalarias reportados al ECU911 en la ciudad de Quito* [Tesis de Maestría, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/21655>
- Huaroto, J. C. (2020). *Aplicación móvil de asignación de ambulancias para el traslado de pacientes de emergencia* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84999?show=full>
- Macías, J. C. (2021). *Diseño de un prototipo de sistema de prelación vehicular para la optimización del servicio de ambulancias en vías de acceso a hospitales de la ciudad de Guayaquil* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil] <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/57638>.
- Narváez, D. R., Ocampo, D. A. y Tejada, D. T. (2017). *Estudio de viabilidad para la creación de una empresa desarrolladora de la aplicación móvil 'S.A.M.U' para las personas de la ciudad de Santiago de Cali* [Tesis de Pregrado, Fundación Universitaria Católica]. <https://repository.unicatolica.edu.co/handle/20.500.12237/522>
- Ríos, S., Hinojosa, C. y Delgado, R. (s.f.). Aplicación de la metodología Openup en el desarrollo del sistema de difusión de gestión del conocimiento de la ESPE. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6316/1/AC-SISTEMAS-ESPE-047042.pdf>
- Rojas, C. M. y Mayorga, W. (2018). Principales causas de la mortalidad en Colombia. *Revista Fasecolda*, (171), 27-35.
- Shimizu, S. C. (2021). *Optimización del tiempo de respuesta para la atención de emergencias en caso de accidentes de tránsito en lima metropolitana, utilizando simulación de eventos discretos, implementado por un dispositivo vehicular* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/19465>



# Capítulo 5

## Incentivos electorales para combatir el abstencionismo en la democracia pastusa: uso de las redes sociales y comunicación digital

Valentina Esther Paredes Mora<sup>1</sup>

**Cítese como:** Paredes-Mora, V. E. (2023). Incentivos electorales para combatir el abstencionismo en la democracia pastusa: uso de las redes sociales y comunicación digital. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 60-72). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c335>

### Resumen

Las acciones humanas jamás son perfectas; sin embargo, y sin discusiones, la democracia enmarcada en todas sus variables, es un concepto que históricamente se ha dotado de importancia social y política, encaminada a la construcción de formas de gobierno con equilibrio entre el ciudadano y quien lo representa, método dentro del cual ese mismo ciudadano tiene un papel determinante, pues elige, vota, escoge y enajena el poder a un tercero, en beneficio de sus intereses.

Esta investigación y el presente artículo nacen desde la curiosidad académica por descubrir y proponer nuevas formas de ver la educación sobre democracia, encaminadas a incentivar a los jóvenes pastusos a votar; por eso, el estudio inicial se encamina a ver cómo se ha quebrantado el concepto de democracia representativa en los jóvenes entre 18 y 24 años, en Pasto, Nariño, para los comicios electorales de presidencia en 2022, pasando de ser ciudadanos activos gracias a la participación democrática, a ser ciudadanos aplicadores del fenómeno del abstencionismo y, más allá de eso, se busca establecer si incentivar a una población objeto de estudio puede llegar a convertirse en un factor influyente y causante para reducir el fenómeno de abstencionismo, concentrándonos eso sí, en dos causas del mismo: desconocimiento y desafección electoral. El objetivo principal entonces es crear un modelo o sistema de incentivos desde el sector privado y empresarial que, en conjunto con una campaña educativa por medio de redes sociales, motive a los jóvenes a ejercer su derecho al voto.

**Palabras clave:** democracia; voto; redes sociales; incentivos.

<sup>1</sup> Estudiante Programa de Derecho, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Mariana. Correo: [vaparedes@umariana.edu.co](mailto:vaparedes@umariana.edu.co)



## **Electoral incentives to combat abstentionism in Pasto's democracy: the use of social networks and digital communication**

### **Abstract**

Human actions are never perfect; however, and without discussion, democracy framed in all its variables is a concept that historically has been endowed with social and political importance, aimed at the construction of forms of government with the balance between the citizen and the one who represents him, a method within which that same citizen has a determining role, since he chooses, votes, and alienates power to a third party, for the benefit of his interests.

This research and the present article are born from the academic curiosity to discover and propose new ways of looking at education on democracy, aimed at encouraging young people in Pasto to vote. Therefore, the initial study was aimed at seeing how the concept of representative democracy has been broken in young people between 18 and 24 years old for the presidential elections in 2022, going from being active citizens thanks to democratic participation, to being citizens who apply the phenomenon of abstentionism and, beyond that, it seeks to establish whether encouraging this population under study can become an influential and causal factor to reduce the phenomenon of abstentionism, concentrating on two causes of it: ignorance and electoral disaffection. The main objective then, is to create a model or incentive system from the private and business sector that, together with an educational campaign through social networks, motivates young people to exercise their right to vote.

*Keywords:* democracy; voting; social networks; incentives.

## **Incentivos eleitorais para combater o abstencionismo na democracia de Pasto: o uso de redes sociais e comunicação digital**

### **Resumo**

As ações humanas nunca são perfeitas; no entanto, e sem discussão, a democracia enquadrada em todas as suas variáveis, é um conceito que historicamente foi dotado de importância social e política, visando à construção de formas de governo com o equilíbrio entre o cidadão e aquele que o representa, método dentro do qual esse mesmo cidadão tem um papel determinante, pois escolhe, vota, elege e aliena o poder a um terceiro, em benefício de seus interesses.

Esta pesquisa e o presente artigo nasceram da curiosidade acadêmica de descobrir e propor novas formas de ver a educação para a democracia, com o objetivo de incentivar os jovens de Pasto a votar; portanto, o estudo inicial teve como objetivo ver como o conceito de democracia representativa foi quebrado em jovens entre 18 e 24 anos para as eleições presidenciais de 2022, deixando de ser cidadãos ativos graças à participação democrática para serem cidadãos que aplicam o fenômeno do abstencionismo e, além disso, busca estabelecer se o incentivo a essa população em estudo pode se tornar um fator influente e causal para reduzir



o fenômeno do abstencionismo, concentrando-se em duas causas: a ignorância e o desinteresse eleitoral. O objetivo principal, por conseguinte, é criar um modelo ou sistema de incentivo do setor privado e empresarial que, juntamente com uma campanha educativa por meio das redes sociais, motive os jovens a exercer seu direito de voto.

*Palavras-chave:* democracia; votação; redes sociais; incentivos.

### Introducción

Las acciones humanas jamás serán perfectas; no habrá paradigma sin anomalía e inclusive, “si hubiera una nación de dioses, éstos se gobernarían democráticamente; pero un gobierno tan perfecto no es adecuado para los hombres” (Rousseau, 1762, p. 59).

El conocimiento, la educación y, en este caso, la investigación, son elementos necesarios desde la academia, para poder avanzar en la construcción de transformaciones sociales; por eso, el proyecto busca de manera explícita, analizar dos factores: la desafección electoral y el desconocimiento (teoría), para generar propuestas de solución como el sistema de incentivos, para un cambio de pronóstico negativo, a uno positivo en las elecciones futuras (práctica).

El trabajo se desarrolló con un enfoque jurídico constitucional, como fundamento del derecho al voto y a la participación ciudadana en los procesos electorales, además de contar con un enfoque sociológico en cuanto a la eficiencia de la democracia en la comunidad objeto de estudio y, por último, una connotación política para determinar cómo, a través de la democracia y de disminuir el fenómeno de la abstención, se puede lograr una mejor gobernabilidad y legitimidad en las decisiones.

Hacerlo a través de las redes sociales pone al alcance del proyecto, herramientas transmedia que permiten cercanía y facilidad de aplicación; saber que la educación sobre derecho constitucional y elecciones no solamente se debe brindar en las aulas del colegio, sino, fomentar educación simple y continuada por medio de recursos audiovisuales que permitan potenciar los resultados; es una realidad innegable que, de una u otra forma, debe tomarse a favor del progreso social. Las plataformas fueron creadas con el ánimo de conectar el mundo, en el cual se encuentran los jóvenes, con todos sus derechos.

Las pequeñas acciones son aquellas capaces de cambiar el mundo. Con esa firme intención nace la investigación denominada: *Incentivos electorales desde el sector privado como forma de combatir el abstencionismo como una anomalía de la democracia presentada en Pasto, Nariño en 2022*, como un llamado al uso de las redes sociales con conciencia de su poder, entendiendo que, a través de las plataformas digitales la educación sobre el derecho al voto tendrá amplia difusión, llegando a donde siempre ha debido hacerlo: a los jóvenes que aún no conocen sobre derecho.



El punto de partida es entender que la democracia representativa contiene en sí, un paradigma que durante años nos ha proveído una forma de gobernar, siendo ella “la institución misma de la representación, mediante la cual todas las decisiones y las políticas de gobierno importantes son formuladas por funcionarios elegidos por el pueblo, que rinden cuenta al electorado de su accionar” (Dahl, 2004, p. 46).

Hasta ese punto, la democracia representativa como un paradigma de la ciencia, funciona, pero ahondando en la práctica y en la realidad, el abstencionismo es una anomalía innegable que está generando la necesidad de una reestructuración y de una revolución científica. Por eso, el proyecto se basa en la teoría de Kuhn (1962), como piedra angular, quien planea un camino de la evolución de las ciencias que se basa en la siguiente secuencia: Ciencia Normal - Anomalía - Crisis - Revolución científica - nuevo paradigma; es decir, para la democracia representativa, con su anomalía llamada ‘abstencionismo’, hay que generar una revolución hasta hallar un nuevo paradigma que permita superar la crisis en la que la anomalía ha puesto al paradigma.

Con la intención de aportar a la transformación de la juventud hacia una generación más consciente de sus realidades, el proyecto propone la posible solución a dos causas principales de la abstención en los jóvenes: la primera es la desafección política, “como el poco gusto del ciudadano contemporáneo colombiano por los asuntos referentes a la participación democrática, en cuanto a política se refiere” (Torres, 2013, p. 45); la segunda, la falta de conocimiento, de información y de medios para enterarse. Al unir ambas causas, se encontró que la forma de variar el paradigma para aportar a la consolidación de uno nuevo, puede ser precisamente educar e incentivar a la población, para el caso, a los jóvenes entre 18 y 24 años, por lo cual nace una propuesta para llevar al sector empresarial pastuso a ser partícipe de una causa común: combatir el abstencionismo electoral.

Los objetivos son claros: estudiar la democracia representativa, plantear un sistema de incentivos electorales desde el sector privado y ponerlo en funcionamiento a través de contenido educativo en redes sociales. Los resultados fueron considerablemente favorables y acordes con el ideal de la representatividad, donde pudiéramos tener “presupuestos básicos como: 1) elecciones libres, limpias y periódicas; b) libertad de expresión; c) fuentes de información independientes y d) libertad de asociación” (Dahl, 2004, p. 46).

A través de la técnica de recolección de información con entrevistas y encuestas aplicadas al grupo poblacional de muestra -25 personas-, se evidenció a pequeña escala que, quienes antes no votaron por las dos razones estudiadas en el proyecto para las elecciones a la presidencia en el año 2022, luego de recibir el contenido digital educativo sobre el voto y su importancia, además de tomar uno de los incentivos que ofertaron cinco marcas de la ciudad a través del sistema creado como resultado principal de la investigación, 24 de ellas se convirtieron en ciudadanos activos de la democracia para dichos comicios.

Los primeros resultados fueron exitosos: más de 252 personas tomaron su incentivo electoral y, a través de las redes sociales, se llegó a un total de 28 100 personas



alcanzadas con videos educativos en torno al derecho al voto. En esta primera campaña, denominada *A un voto de...*, se comprendió que la población juvenil es mucho más empática a contenidos cotidianos, virales y de tendencia, a través de los cuales se desglosa y democratiza el lenguaje jurídico constitucional.

Para 2023 se presenta una nueva oportunidad electoral; esta vez a nivel regional, en el cual se pondrá de nuevo a prueba las capacidades de la educación en redes sociales y de las empresas pastusas para incentivar a votar.

### **La democracia representativa como paradigma en crisis por el abstencionismo voluntario**

El primer objetivo de la investigación radica en comprender qué es la democracia desde diferentes teorías o paradigmas; precisamente por eso, nos centramos en comprender puntos clave de la democracia representativa, por medio de la cual hoy por hoy elegimos presidente de la República.

A partir de la democracia se constituye una forma de organización estatal; es decir, del Estado, a través de la cual el pueblo toma decisiones como conjunto, a partir de determinados mecanismos de participación, sean estos directos o indirectos y, por la cual los representantes de un Estado adquieren legitimidad.

La filosofía de la democracia del siglo XVIII puede ser compendiada en la siguiente definición: el método democrático es aquel sistema institucional de gestación de las decisiones políticas que realiza el bien común, dejando al pueblo decidir por sí mismo las cuestiones en litigio mediante la elección de los individuos que han de congregarse para llevar a cabo su voluntad. (Schumpeter, 1942, p. 335)

Un ejemplo frecuente y muy común de democracia es el hecho de que los representantes de un Estado, en cualquiera de sus niveles, sean elegidos mediante el voto por sufragio del pueblo; este hecho es el que otorga de este modo la legitimidad, dentro de un sistema democrático para que los representantes sean entonces los *elegidos por el pueblo*, por la sociedad en la totalidad de su conjunto.

Es muy común, entonces, relacionar el concepto de democracia, con el de gobierno, libertad, igualdad, entre otros; sin embargo, entendemos, como Dworkin (2012) que

Un buen gobierno es democrático, justo y eficiente, pero estas cualidades no son iguales, y a veces es importante preguntarse, por ejemplo, si un ordenamiento constitucional con probabilidades de incrementar la eficiencia de la economía de una comunidad debe, no obstante, ser resistido porque no es democrático. Es entonces crucial considerar, como una cuestión independiente, cuál deberíamos estimar que son el sentido y el nervio de la democracia. (p. 31)

Se encuentra entonces, la democracia representativa o, también llamada democracia directa, definida como el tipo de democracia en el que el poder político procede del pueblo, pero no es ejercido por él, sino por sus representantes elegidos por medio del voto.



El académico italiano Norberto Bobbio (1984) señala que, históricamente se fue consolidando el modelo, a partir de los movimientos constitucionalistas de las primeras décadas del siglo XIX a través de dos vertientes: la primera, la ampliación del derecho al voto hasta llegar al sufragio universal; la segunda, el avance del asociacionismo político que formó a los partidos políticos modernos. Será una democracia representativa entonces, el mecanismo por el cual indirectamente el pueblo soberano obtiene el poder, pero elige con este unos representantes para que lo ejerzan y, valga la redundancia, representen sus intereses, bien sea en cuerpos colegiados o cargos públicos en donde tengan la autoridad de tomar decisiones de interés general y público.

Desde distintas doctrinas entendimos que la democracia y, en específico, la democracia representativa, generan en sí un paradigma que funciona, que permite al ciudadano acceder a mecanismos de participación política y, entre ellos, elegir a quienes serán sus gobernantes; no obstante, y continuando con la teoría de Kuhn (2002), evidentemente hay algo que a ese paradigma llamado ‘representatividad’ le está restando legitimidad: una anomalía llamada abstencionismo, pero, para efectos investigativos, reducimos el abstencionismo a su concepto desde la esfera de la voluntad; por eso, comprendamos entonces qué es y de dónde viene lo que ha truncado el camino de la democracia:

Cuando el elector se aleja conscientemente de las urnas, luego de una decisión voluntaria, se le denomina ‘abstencionismo electoral’ y consiste en que el ciudadano no ejerce retos de la democracia de manera voluntaria, pese a estar habilitado para hacerlo.

Existen numerosas razones para esa actitud por parte del abstencionista y, dependiendo de la causa, hay dos divisiones pertinentes: así, en primera medida, cuando el ciudadano adopta una actitud pasiva en el acto electoral como manifiesto de su “desobediencia cívica o civil” (Alcubilla, 2000, p. 9), se denomina ‘abstencionismo electoral político o consciente’, en la medida en que: a) rechaza el sistema político existente en su sociedad; b) objeta el acto electoral propiamente dicho; c) no se siente identificado con ninguno de los candidatos y programas que se presentan a la competición electoral respectiva; o, d) quiere sentar posición con respecto al mal desempeño del gobierno, sobre todo cuando hay posibilidades de reelección.

Este tipo de abstencionismo puede venir de una decisión individual o colectiva, siendo la segunda mucho más preocupante, porque tiene capacidad de aglutinación, lo que indicaría un descontento generalizado. La segunda división se presenta cuando, aunque el individuo se abstiene de participar en el evento electoral, no lo hace por las causas anteriores sino porque le es indiferente el proceso político y la política misma; o, en palabras de Barthelemy (2010), este tipo de abstencionistas no votan, motivados por “la pereza, la ley del mínimo esfuerzo, unida a la falsa convicción de la escasa importancia del voto” (p. 23); a este tipo de fenómeno se le denomina abstencionismo apático.



Las dos causas de abstencionismo estudiadas vienen en presentación juvenil; esto es, las personas entre 18 y 24 años son quienes, teniendo la facultad de ejercer su derecho al voto por primera vez, no lo hacen. Ellos son parte del problema, pero también de la solución, pues cuando despiertan y participan democráticamente, generan revoluciones sociales que benefician al común de la población.

Una vez estudiados los conceptos de democracia representativa y abstencionismo, es necesario entender cómo ellos se relacionan en la ciudad objeto de estudio: Pasto.

### **Idiosincrasia pastusa y nariñense, desafección electoral a raíz del clientelismo**

El creer que nada cambiará por un voto proviene de una tradición donde *los mismos* son elegidos por *las mismas*; bajos números de votantes han hecho que, durante décadas sean los clanes, familias, grupos y partidos más tradicionales quienes dominen el poder.

La respuesta común de 20 personas entre 25 encuestadas, al preguntarles por qué no votaron en las elecciones presidenciales inmediatamente anteriores o en otro evento democrático, fue, en síntesis, por considerar que un solo voto no cambiaría el destino de los *de siempre*. Aquellas personas con apellido y fortuna política que tienen todo *asegurado*; un pensamiento común entre los nariñenses y, más aún, en zonas como Pasto o Tumaco, donde se ha evidenciado una continuidad política de personas en cargos por más de 20 años.

La consolidación de poderes locales resultante de la fragmentación regional que ha caracterizado a Colombia ha sido uno de los factores que ha incidido en la tardía modernización del Estado, toda vez que han monopolizado la actividad política y económica, evitando el ascenso y la participación en el poder de movimientos disidentes. (Rosero, 2012, pp. 235-236)

Es por eso que, inclusive en la región se ha perdido la confianza en quienes nos gobiernan; tanto así que, según la investigación sobre cultura política en Pasto, Rivas (2019) sugiere que la instancia del presidente de la República, en un 43,33 % no inspira nada de confianza a los pastusos encuestados, poniendo de frente una cifra que refleja la desconexión política que existe por la pérdida de fe y esperanza de una gobernanza legítima a través de la democracia representativa. En el mismo estudio dice que, frente a las campañas políticas, el 48,89 % de la población encuestada presta poca atención, reiterando una vez más que la desafección electoral suma adeptos con el pasar del tiempo.

Sin embargo, y como un resultado que sorprende del proyecto, se encuentra que, probablemente los jóvenes no son la única población a la que aun debemos incentivar para votar, pues según el estudio referenciado, entre más alta la edad, menor es la intención de voto, lo cual resulta aún más preocupante en Pasto, y demuestra que el clientelismo se ha afianzado a lo largo de la historia política de la región. A propósito, Audelo (2004) lo define como “aquellas relaciones informales de intercambio recíproco y mutuamente benéfico de favores entre dos sujetos,





basadas en una amistad instrumental, desigualdad, diferencia de poder y control de recursos” (p. 127).

Unidos los factores clientelistas y tradicionales en Pasto, terminan generando en la población, una desafección marcada por la práctica del abstencionismo, problema que nos arroja un par de conclusiones a grandes rasgos: la primera, es que la confianza en las instituciones se ha perdido y, en gran parte, por falta de educación y conocimiento; la segunda es que es un comportamiento humano el querer ser incentivado para actuar; de ahí el reto de convertir estas dos conclusiones con pronóstico negativo como diría Kuhn, a un pronóstico positivo que nos permita un cambio en el paradigma para que funcione de acuerdo con sus ideales.

### **Sistema de incentivos electorales, el comercio como agente transformador**

Tener una empresa con una marca consolidada y la oportunidad de beneficiar con ella una causa social, es una idea que se volvió parte fundamental del proyecto, porque quizás muchos de los emprendedores y empresarios de hoy no obtienen una retribución directa más allá del posicionamiento de la marca para sus productos o servicios, a cambio de brindar un incentivo para una cuestión pública, de gobernanza y de interés general. Por eso, en este apartado se agradece de forma consciente y amplia, a cada una de las cinco marcas que decidieron creer en el sistema.

Ahora bien, para comenzar a hablar de incentivos electorales, debemos comprender primero qué se busca incentivar; por eso, la importancia del concepto de participación democrática, según Divulgación Democrática S. L. (2022)

...puede referirse a los modos de fundamentar la legitimidad y el consenso de una determinada población, por ejemplo, participación democrática; o, también puede referirse a los modos de luchar contra las condiciones de desigualdad social y para cuya superación se necesita impulsar la participación. (párr. 6)

Cuando la ciudadanía decide participar, legitima en la democracia representativa toda decisión que el elegido tome en favor o en contra del pueblo; pero, si entonces la población no participa, serán unos pocos quienes accedan a su derecho al voto y terminen decidiendo por todos.

Definir el voto resulta sencillo; es el acto por el cual un individuo expresa apoyo o preferencia por cierta moción, propuesta, candidato o selección de candidatos durante una votación, de forma secreta o pública. El voto es parte esencial en todos y cada uno de los sistemas de gobierno que se basan en la democracia. Gracias a este, se puede tomar decisiones importantes de manera equitativa y haciendo valer el punto de vista de cada persona. El voto es considerado como igual; es decir, cada voto tiene el mismo valor, sin importar quien sea el elector.

Se comprende entonces, que había que incentivar el voto y la participación democrática para los comicios electorales para la presidencia en Marzo de 2022, contexto que permitía, desde el ideal de transformación social, la unión de cinco marcas de accesorios, comida, cerveza, belleza y ropa, las cuales se comprometieron



a entregar dos tipos de incentivos; cada una obsequiaba el 30 % de descuento en cualquiera de sus productos o, un regalo sorpresa a cada una de las personas que acudieran después de las elecciones a sus instalaciones, con el certificado electoral.

El incentivo podía ser reclamado sin necesidad de conocer por quién había votado; el único dato que se entregaba a las marcas era el nombre y número de cédula, junto con un número telefónico; por eso, aquí era de suma importancia resaltar el marco jurídico que validaba la investigación, pues el principal factor era apoyar y visibilizar la idea de votar, sin necesidad de pedir el voto por alguien a cambio de algo, sino, por el contrario, incentivar para que la ciudadanía, de forma libre se educase sobre su derecho y lo ejerciera.

El marco jurídico parte de la normatividad internacional aplicable al caso, en un principio, la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948 (Naciones Unidas, 2015) que, claramente establece: “La voluntad del pueblo es la base del poder público, esta voluntad se expresará mediante elecciones auténticas que habrán de celebrarse periódicamente” (Art. 21); este es un marco general de la democracia representativa que da lugar a las elecciones presidenciales, entendiendo que el pueblo enajena su poder, elige y es la base del mismo; si este no lo hace, entonces permite que unos pocos sean quienes expresen su opinión. El término ‘elecciones auténticas’ puede interpretarse claramente como una oportunidad que tiene el ciudadano en libertad de elegir y ser elegido, lo que nos conecta inmediatamente con el derecho nacional; en específico, con la norma de normas, la Constitución Política de 1991, en dos artículos que sirven de base para la investigación: 40 y 258. El primero es el encargado de una regulación general de la democracia y participación ciudadana, en el cual se establece que,

Todo ciudadano tiene derecho a participar en la conformación, ejercicio y control del poder político. Para hacer efectivo este derecho puede: 1. Elegir y ser elegido. 2. Tomar parte en elecciones, plebiscitos, referendos, consultas populares y otras formas de participación democrática. 3. Constituir partidos, movimientos y agrupaciones políticas sin limitación alguna; formar parte de ellos libremente y difundir sus ideas y programas. 4. Revocar el mandato de los elegidos en los casos y en la forma que establecen la Constitución y la ley. 5. Tener iniciativa en las corporaciones públicas. 6. Interponer acciones públicas en defensa de la Constitución y de la ley. 7. Acceder al desempeño de funciones y cargos públicos, salvo los colombianos, por nacimiento o por adopción, que tengan doble nacionalidad. La ley reglamentará esta excepción y determinará los casos a los cuales ha de aplicarse. (Art. 40)

Además, para reiterar el interés de la investigación de no afiliarse a ningún interés político o partidista, se tuvo como referente constitucional, el artículo 258 en el cual se ampara el voto como

Un derecho y un deber ciudadano. El Estado velará porque se ejerza sin ningún tipo de coacción y en forma secreta por los ciudadanos en cubículos individuales instalados en cada mesa de votación sin perjuicio del uso de medios electrónicos o informáticos. (Art. 258),



...entendiendo que el incentivo ofrecido por el sector privado respetaba la ejecución del voto de forma libre, segura y, sobre todo, secreta, ya que para la entrega del bono o descuento en las marcas aliadas al sistema, únicamente se requería el certificado de votación, el cual precisamente nos ancla con el Decreto 2559 de 1997, por medio del cual se reglamenta y regula la Ley 403 de 1997 que establece los estímulos a los sufragantes; en su artículo primero, claramente define al certificado como un instrumento público para expresar que el ciudadano que en él aparece, cumple con el deber de votar. Ese certificado guarda fidedignamente el voto secreto y seguro.

Este marco legal demuestra con toda claridad que el sistema de incentivos electorales planteado como resultado del segundo objetivo de la investigación, es viable, mientras su esencia se mantenga en el interés privado por contribuir con las elecciones de forma activa, pudiendo así combatir el abstencionismo en las dos causas estudiadas.

### **Redes sociales, contenido digital y voto**

Aprovechar las herramientas que el avance y la evolución del entorno digital nos ofrecen para generar revoluciones científicas en aspectos sociales es, probablemente, uno de los mejores usos que se le puede dar a las redes sociales, aplicaciones donde se crean comunidades alrededor de cualquier tema y que cuentan con la ventaja de poder alcanzar con facilidad a miles de usuarios y convertirlos en seguidores. Por eso, la principal intención del proyecto de investigación formulado radicaba en el uso educativo del contenido que se difunde a través de ellas, generando valor a través de tendencias, contenido cercano, familiar y amigable.

La intención de transmitir un mensaje sobre el derecho al voto por medio de contenido digital se convierte entonces en una tarea que debe ser estructurada y clara, partiendo del uso de diferentes formatos, entre ellos, diseño gráfico y video, a través de los cuales se transmite información concreta, sencilla y con lenguaje cotidiano sobre el voto, sus beneficios, características, posibilidades, estímulos y, para el caso, incentivos desde el sector privado.

Dentro de redes sociales como Instagram, encontramos que los jóvenes entre 18 y 24 años, comúnmente consumen contenido de tendencia, con audios virales y estrategias comunicativas muy sencillas. Anclar el contenido jurídico y constitucional a este tipo de formatos permite llegar a la mente de los jóvenes objeto de estudio de una forma entretenida, que les provoque seguir consumiendo y les genere una conciencia, algo muy parecido a un posicionamiento de marca, pero, en este caso, encaminado a la transformación social y la resolución de causas del abstencionismo, que son un problema social.

### **Resultados del sistema**

Cumplidos los dos primeros objetivos específicos planteados y, en la búsqueda de cumplir el general, fue necesario evaluar los resultados obtenidos con la información



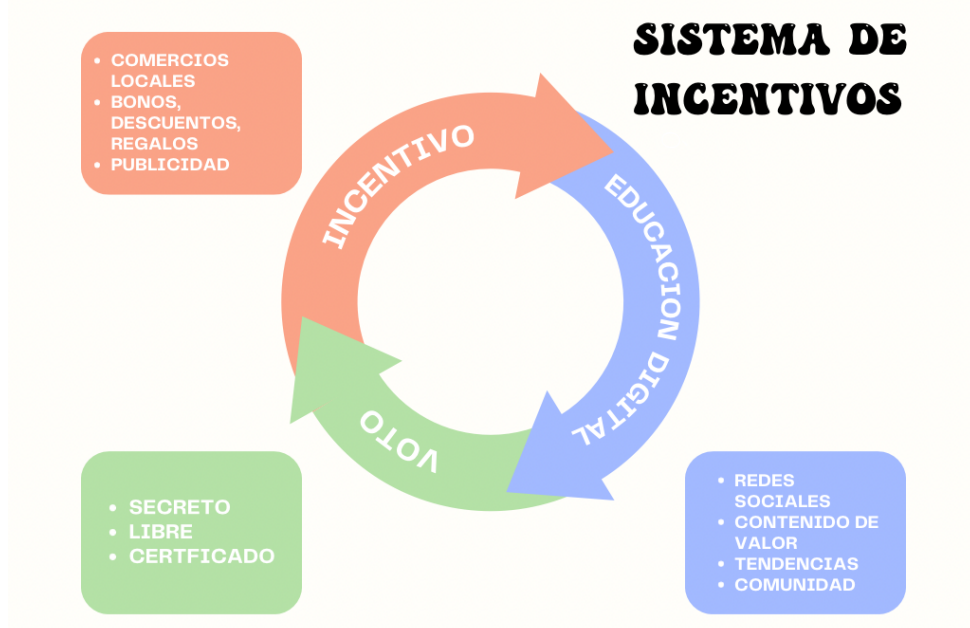
que arrojaron los instrumentos y técnicas de recolección de información usadas, donde se logró evidenciar los siguientes resultados:

- Se entregó 252 incentivos electorales entre bonos de descuento y regalos sorpresa.
- De las 252 personas que recibieron incentivos electorales, 25 fueron entrevistadas luego de la consecución del incentivo.
- De las 25 entrevistas, 24 dieron como respuesta y resultado, la no participación electoral en los comicios anteriores a las elecciones presidenciales del año 2022, debido a desconocimiento y apatía política.
- De las 25 entrevistas, 19 dieron como respuesta que, el incentivo electoral los motivó a salir a votar. El restante explicó que, a través de las redes sociales y el voz-a-voz, se enteraron sobre el incentivo.
- De las 252 personas que recibieron un incentivo, en su totalidad siguen la página de Instagram @aunvotode, donde se publicitó el sistema.
- En cuanto a publicidad, la cuenta de Instagram del proyecto obtuvo un total de 625 seguidores y un alcance de 16 000 cuentas; es decir 16 000 personas, entre los 18 a 42 años.

Por consiguiente, el resultado obtenido de la investigación es la creación del sistema de incentivos electorales desde el sector privado para combatir el abstencionismo en Pasto. Como se aprecia en la Figura 1, se realiza un resumen de cómo el sistema funciona de forma cíclica.

**Figura 1**

*Sistema de incentivos*





## Conclusiones

Es evidente que lo mejor es continuar con la aplicación del sistema, para dar una nueva perspectiva a los comercios locales y consumidores sobre las elecciones. Se logra inferir que el sistema a pequeña escala funciona y que, con pocos meses de antelación a las elecciones presidenciales, se logró consolidar un proyecto sustentable donde, con el apoyo de más marcas locales e inclusive perfiles con marca personal, se podría generar un mayor impacto.

Otra conclusión de alta importancia es: resaltar el papel de la anomalía en el paradigma; es decir, del abstencionismo frente a la democracia representativa y entender que solamente la educación podrá generar esa revolución científica necesaria para que la democracia funcione como un nuevo paradigma; por eso, una de las recomendaciones después de la aplicación, será generar más contenido audiovisual y de diseño sobre la temática estudiada; así es factible alcanzar mejores resultados.

Son muchas las causas del abstencionismo en el país, pero si nos concentramos en trabajarlas una a una, el resultado será más efectivo. En este caso, trabajar la desafección política y la apatía electoral es clave; por eso, para la siguiente aplicación en las elecciones regionales 2023, se recomienda cambiar y ampliar el público objetivo; es decir, analizado el objetivo específico número uno, se concluye que no solo los jóvenes son quienes necesitan nuevos incentivos para votar, sino también quienes vienen de la misma cultura clientelista del municipio; esto es, quienes por años han visto las prácticas corruptas en elecciones; es a ellos a quienes hay que dirigir el discurso del cambio, la educación sobre sus derechos y, especialmente, incentivarlos con sus necesidades o gustos cotidianos.

La mejor conclusión que se ha podido obtener de este primer estudio con resultados finales, es entender que las plataformas digitales tienen la capacidad de transformar realidades sociales a través de la unión de lo privado con los intereses comunes.

## Referencias

- Alcubilla, E. A. (2000). *El régimen electoral en España*. Centro de Estudios Políticos y Constitucionales.
- Audelo, J. M. (2004). ¿Qué es el clientelismo? Algunas claves para comprender la política en los países en vías de consolidación democrática. *Estudios Sociales*, 12(24), 124-142.
- Barthelemy, R. (2010). *Derecho Internacional Obrero*. Nabú Press.
- Bobbio, N. (1984). *El futuro de la democracia. Política y Derecho. Sección de obras de política y derecho*. Fondo de Cultura Económica de México.



- Constitución Política de Colombia [Const.]. Art. 40. 7 de julio de 1991.
- Constitución Política de Colombia [Const.]. Art. 258. 7 de julio de 1991.
- Dahl, R. (2004). La Democracia. *Postdata*, (10), 11-55.
- Decreto 2559 de 1997. (1997, 17 de octubre). Presidencia de la República de Colombia. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=8789>
- Divulgación Democrática S. L. (2022). La participación ciudadana: definición y tipos de participación. <https://divulgaciondinamica.es/participacion-ciudadana-definicion-tipos-participacion/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20participaci%C3%B3n%20social%20o,modos%20de%20luchar%20contra%20las>
- Dworkin, R. (2012). *Los derechos en serio* (M. I., Guastavino Castro, Trad.). Editorial Ariel.
- Kuhn, T. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (2002). *El camino desde la estructura. Ensayos filosóficos, 1970-1993*. Paidós.
- Ley 403 de 1997. (1997, 27 de agosto). Congreso de la República de Colombia. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=8791>
- Naciones Unidas (UN). (2015). Declaración Universal de Derechos Humanos. <https://www.un.org/es/udhrbook/#1>
- Rivas, P. P. (2019). La cultura política en Pasto. *Estudios Latinoamericanos*, (44-45), 5-27. <https://doi.org/10.22267/rceilat.194445.22>
- Rosero, E. A. (2012). Continuidades y discontinuidades del clientelismo y del familismo en la forma de hacer política en Tumaco (Colombia). *Sociedad y Economía*, (22), 231-260.
- Rousseau, J. J. (1762). *El contrato social*. Marc-Michel Rey.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalismo, socialismo y democracia*. Orbis.
- Torres, A. P. (2013). *Abstención electoral en Colombia. Desafección política, violencia política y conflicto armado* [Tesis de Maestría, Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/51267/>.

# Capítulo 6

## Racismo y discriminación hacia las comunidades negras de Tumaco en medios de comunicación nariñenses respecto al COVID-19

Ángela María Burbano Rivera<sup>1</sup>  
Angie Daniela López Benavides<sup>2</sup>  
Michael Estiben Arroyo Angulo<sup>3</sup>

**Cítese como:** Burbano-Rivera, Á. M., López-Benavides, A. D. y Arroyo-Angulo, M. E. (2023). Racismo y discriminación hacia las comunidades negras de Tumaco en medios de comunicación nariñenses respecto al COVID-19. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 73-79). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c336>

### Resumen

La investigación tiene su enfoque en cómo son representados el racismo y la discriminación hacia las comunidades negras de Tumaco en el contexto del COVID-19, mediante el alcance que tiene el principio constitucional de no discriminación y la protección que este mismo abarca en la comunidad, describiendo las notas de prensa en los medios de comunicación nariñenses que hacen alusión a lenguaje y discurso con contenido de discriminación racial, que dan un aproximado para evaluar la realidad y los hechos inmersos, teniendo en cuenta la cultura, creencias e interculturalidad de San Andrés de Tumaco, donde también se hace un análisis documental y del discurso, para que, finalmente, los medios de comunicación verifiquen la información antes de darle una circulación, con el fin de que no sea contraria al principio constitucional de no discriminación.

**Palabras clave:** discriminación; racismo; discriminación racial; COVID-19; comunidades negras.

<sup>1</sup> Estudiante Programa de Derecho, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Mariana. Correo: angelama.burbano@umariana.edu.co

<sup>2</sup> Estudiante Programa de Derecho, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Mariana. Correo: angieda.lopez@umariana.edu.co

<sup>3</sup> Estudiante Programa de Derecho, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Mariana. Correo: michael.es. arroyo@umariana.edu.co





## **Racism and discrimination against the black communities of Tumaco in the Nariño media with respect to COVID-19**

### **Abstract**

The research focuses on how racism and discrimination towards the black communities of Tumaco are represented in the context of COVID-19, through the scope of the constitutional principle of non-discrimination and the protection that this principle encompasses in the community, describing the press releases in the media of Nariño that allude to language and discourse with racial discrimination content, which give an approximate to evaluate the reality and the facts immersed, taking into account the culture, beliefs, and interculturality of San Andres de Tumaco, where a documentary and discourse analysis is also made, so that, finally, the media verify the information before giving it a circulation so that it is not contrary to the constitutional principle of non-discrimination.

*Keywords:* discrimination; racism; racial discrimination; COVID-19; black communities.

## **Racismo e discriminação contra as comunidades negras de Tumaco na mídia de Nariño em relação à COVID-19**

### **Resumo**

A pesquisa se concentra em como o racismo e a discriminação contra as comunidades negras de Tumaco são representados no contexto da COVID-19, através do escopo do princípio constitucional da não discriminação e da proteção que esse princípio abrange na comunidade, descrevendo os comunicados de imprensa na mídia de Nariño que aludem à linguagem e ao discurso com conteúdo de discriminação racial, que dão uma aproximação para avaliar a realidade e os fatos imersos, levando em conta a cultura, as crenças e a interculturalidade de San Andrés de Tumaco, onde também é feita uma análise documental e discursiva, para que, finalmente, os meios de comunicação verifiquem a informação antes de dar a ela uma circulação para que não seja contrária ao princípio constitucional da não discriminação.

*Palavras-chave:* discriminação; racismo; discriminação racial; COVID-19; comunidades negras.

### **Introducción**

La presente propuesta investigativa está direccionada a determinar cómo se representa el racismo y la discriminación hacia las comunidades negras de Tumaco, en el departamento de Nariño, en las notas de prensa en medios de comunicaciones nariñenses, relacionadas con el COVID-19 durante el año 2020, de conformidad con el principio constitucional de no discriminación con la ejecución metodológica cualitativa con un foco en la descripción de las realidades del contexto documentadas. Consecuentemente, categoriza cómo los medios de comunicación



influyen en la formación de condiciones psicológicas y sociales de discriminación basadas en raza y condiciones económicas, empleando como objeto material, analizar las noticias y cómo, desde la forma en que son planteadas, implícitamente traspasan la discriminación racial, el racismo y sus diversos estereotipos y prejuicios, razón por la cual los medios de comunicación deben instruirse sobre la forma de comunicar en territorios culturalmente diferentes, para evitar la proliferación de sesgos que van en contravía del principio constitucional de no discriminación, para que no se vea afectada la convivencia pacífica de las comunidades.

### **Desarrollo**

Bajo la problemática del COVID-19 que el mundo afrontó, Colombia confirmó el primer caso de contagio el día 6 de marzo de 2020 (Ministerio de Salud y Protección Social, Minsalud, s.f.), lo cual colocó en alerta a todos los ciudadanos del país. El poder ejecutivo, en especial los gobernantes electos en cada departamento, junto a Minsalud, se encargaron de tomar las medidas necesarias y pertinentes, realizando diversos llamados informativos a la comunidad sobre la propagación del virus y las medidas de bioseguridad que se debería adoptar para evitar su propagación. En el caso que nos atañe, el municipio de San Andrés de Tumaco reportó su primer caso el 31 de marzo de 2020; el portador fue un menor de seis meses de edad, quien tuvo contacto con su abuela; el lugar de procedencia de contagio se realizó desde Ecuador.

La falta de prevención por parte de la población tumaqueña provocó que los contagios en el municipio ascendieran en menos de dos meses a 200, con un fallecido (Instituto Departamental de Salud de Nariño, IDSN, 2020), lo cual alertó a las personas que conforman el departamento. Durante el ciclo de pandemia en el periodo 2020 la desinformación en torno al virus se volvió arma de doble filo entre la realidad y las falacias que día a día alimentaban a aquellas personas que querían saber más de lo que pasaba con esta situación; así es cómo los medios de comunicación y redes sociales se volvieron fuente principal de noticias.

Los habitantes de Tumaco fueron directamente afectados, puesto que los casos de contagio hicieron que las personas obtuvieran una comunicación directa o indirecta para tomar decisiones completamente estrictas, como negar el paso de alimentos de la zona costera, que bien se sabe es el surtidor económico principal de esta región, pues la mala información hizo creer que el virus vendría incorporado en dichos alimentos; y no solo eso: también se negó la entrada de todas aquellas personas que salían a la capital pastusa para hacer sus diligencias más importantes, como es el tema de la salud.

La exclusión, discriminación y racismo que padecieron los residentes del municipio de Tumaco se miró de forma clara y afirmativa en la prestación del servicio de salud en la zona. La comunidad no contaba con infraestructura de buena calidad para hacerle frente a una pandemia como esta, debido a que el servicio de urgencias contaba con lo básico de las instalaciones, por lo que, las personas que se encontraban contagiadas en ese momento de manera grave, requerían estar en la sala de Unidad de Cuidado Intensivo (UCI); por lo tanto, fueron remitidas a la



ciudad de Pasto. Al momento de filtrarse esta noticia, las columnas de periódicos, páginas de revistas y redes sociales lograron crear una perspectiva generalizada de la situación, haciendo creer a los ciudadanos de Pasto que los llegados del municipio de Tumaco contagiarían a la ciudad; por ende, se violaría uno de los derechos fundamentales a la población tumaqueña, como reza el artículo 13 de la Constitución Política de Colombia (1991):

Todas las personas nacen libres e iguales ante la ley; recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación por razones de sexo, raza, origen nacional o familiar...

Pero, la realidad era que, estaban siendo apartadas de las buenas prestaciones de servicios, por el hecho de provenir de este municipio que, en su momento, contaba con mayores casos de contagio.

En cuanto a la discriminación basada en el tema de razas y frente al principio constitucional de no discriminación, durante el contexto de la emergencia sanitaria por COVID-19 del año 2020 especialmente en el municipio de Tumaco, se logró identificar cómo los medios de comunicación nariñenses, en especial los que tienen asentamiento operacional en la ciudad de Pasto, en sus notas de prensa hacían alusión al comportamiento de las comunidades negras del mencionado municipio, al hacer ratificaciones respecto a su comportamiento, sin racionalizar las diferencias etnoculturales de las comunidades negras de Tumaco; desde la perspectiva pluricultural del departamento de Nariño, las actuaciones propiamente dichas podrían constituir formas de discriminación y racismo.

### **Planteamiento del problema y justificación**

Esta investigación tuvo como objetivo, determinar cómo se representa el racismo y discriminación hacia las comunidades negras de Tumaco en las notas de prensa en medios de comunicación nariñenses, relacionadas con el COVID-19 durante el año 2020, de conformidad con el principio constitucional de no discriminación, lo cual llevó a realizar la pregunta: ¿Cómo se representa el racismo y discriminación hacia las comunidades negras de Tumaco en las notas de prensa en medios de comunicación nariñenses relacionadas con el COVID-19 durante el año 2020, de conformidad con el principio constitucional de no discriminación? Por consiguiente, la investigación llevó a dictaminar cómo los medios de comunicación pueden influir en la formación de condiciones psicológicas y sociales de discriminación basadas en raza y, condiciones económicas, utilizando como objeto material, analizar las noticias y cómo el abordaje de estas expresa la discriminación racial, el racismo y sus diversos estereotipos y prejuicios.

### **Referente teórico**

En concordancia con el asunto investigativo en cuestión, se toma como línea de direccionamiento ciertos estudios, con relación a la representación del racismo y discriminación hacia las comunidades negras de Colombia, desde un discurso



político de élites y, así mismo, a partir de la mirada de los líderes y lideresas de los territorios afrocolombianos y en las notas de prensa, de conformidad con el principio constitucional de no discriminación.

En primer lugar, vale acentuar en el estudio de Pérez y Gutiérrez (2015), por el cual se deja en evidencia, cómo algunos medios de comunicación, sobre todo quienes cubren notas periodísticas de comunidades negras, tienen una concepción sobre el racismo y la discriminación limitada a características físicas, el color de piel, diferencias políticas, culturales y hasta religiosas, cuyo resultado de las notas de prensa está intrincadamente relacionado con los juicios de valor de los periodistas; por lo tanto, desde los medios de comunicación hace falta adoptar una difusión pedagógica etnocultural, un cubrimiento noticioso que responda más a la realidad y asuma una postura crítica, edificante, que aporte a la transformación de concepciones erróneas y comportamientos discriminatorios y racistas. Ante dicha conclusión, se concibió el método investigativo del análisis crítico, que muestra cómo se aplica un nuevo racismo, el cual quiere ser más democrático y respetable, negando la existencia del mismo, diciendo que solo está en la derecha extrema e imponente que mantienen el poder político y económico de la sociedad.

Otro icono importante que hace parte de la propuesta de investigación en curso es Van Dijk (2001), quien propone un enfoque a partir de un subsistema social y cognitivo mediante el cual analiza ideologías y comportamientos inmersos de los grupos dominantes e instituciones globales que ostentan el poder y la mayor manipulación en la sociedad, haciendo de su práctica cotidiana, notorio el “nosotros sobre ellos” (p. 192).

La comunicación oral, escrita y simbólica es un método de discurso que se encarga de transmitir, desviar e influenciar las situaciones o creencias presentes sobre las élites, al igual que en las minorías, aunando a ello el análisis de la estructura que presenta cada medio de comunicación, como: sonido, sintaxis, léxico, significado global, significado local, esquemas, dispositivos retóricos y estructuras no verbales, que son la vía para demostrar la manipulación que utiliza la clase dominante, bajo una mirada eurocentrista hacia países del tercer mundo.

De igual forma, es menester nombrar a Foucault (como se cita en González-Domínguez y Martell-Gámez, 2013), quien enuncia que el sujeto es un resultado sociopolítico e histórico; el hombre delimita una posición de poder; dicho poder es preponderante en la mecánica discursiva como conducto de ideas afines a la visión teórica de quien lo emite; así entonces, permite dilucidar los medios de comunicación masivos; estos gozan de un poder en la sociedad, no como sujetos individuales, sino por el contrario, como un cuerpo; y dicho poder se fortalece en la ciencia del lenguaje y en el discurso que, más allá de la dinámica del deber ser pedagógico, conlleva la construcción y aumento del conocimiento (heurística); es decir, dentro de la dinámica discursiva, el mensaje implícito no se deslinda del mensaje explícito; están estrechamente ligados y el primero obedece a la intencionalidad del sujeto de poder en la sociedad.



## Objetivos

**General:** Determinar cómo se representa el racismo y la discriminación hacia las comunidades negras de Tumaco en las notas de prensa en medios de comunicación nariñenses, relacionadas con el COVID-19 durante el año 2020, de conformidad con el principio constitucional de no discriminación.

## Específicos

- Estudiar la protección y el alcance del principio constitucional de no discriminación, de conformidad con el ordenamiento jurídico colombiano.
- Describir las notas de prensa de los medios de comunicación nariñenses, referentes a las comunidades negras de Tumaco en el contexto del COVID-19 durante el año 2020.
- Verificar la incorporación del principio constitucional de no discriminación en las notas de prensa de los medios de comunicación nariñenses, referentes a las comunidades negras de Tumaco durante el año 2020.

## Metodología

El paradigma interpretativo que se desarrolla en el escrito de investigación permite dirimir, interpretar y evaluar la realidad y los hechos inmersos que se presentan en las notas de prensa de los medios de comunicación nariñenses en el contexto del COVID-19 en San Andrés de Tumaco, donde se muestra una integración de motivos, percepciones e interpretaciones de un sistema ideológico del observador que se ha planteado por medio de una observación indirecta, puesto que dichas notas de comunicación hacen un reconocimiento de ciertas características que logran generalizar una conducta y una práctica social, sin tener en cuenta la base fundamental de la cultura, dado que el individuo y su diario vivir son algo intrínseco de sus raíces culturales.

Al permitir realizar un proceso interpretativo donde se genera respuestas de conceptos abstractos que no son medibles, el enfoque es cualitativo, ya que tiene como fin, describir, interpretar y comprender una realidad específica: la situación de las notas de prensa frente al COVID-19 en el municipio de Tumaco. Es menester mencionar que se utiliza la lógica inductiva puesto que se va de lo general a lo particular, para poder comprender verdaderamente lo que sucede en el contexto mencionado. En concordancia con la investigación cualitativa, el tipo de investigación documental permite recopilar, compilar, interpretar, organizar, analizar y seleccionar información obtenida de las notas de prensa, principalmente de los medios de comunicación nariñenses sobre las comunidades negras del municipio de Tumaco, en el marco de la pandemia en el año 2020, cuyo propósito está enmarcado en conocer la realidad del hecho acontecido y el cotejo con el principio constitucional de no discriminación. También es importante mencionar que la población en esta investigación recae en las notas de prensa y, que las técnicas e instrumentos de recolección de información son el análisis documental y el análisis del discurso.



## Conclusiones

Después de verificar la información presente en las notas de prensa, nuestra investigación busca notificar que los medios de comunicación deben instruirse a la hora de impartir información, para prevenir posibles sesgos que atentan contra el principio constitucional de no discriminación hacia la comunidad.

Aunado a esto, se requiere manifestar que en Colombia se debe mirar con profundidad y análisis crítico el fin que ostentan las estructuras de las noticias periodísticas, su sintaxis, título, pragmática y contenido, haciendo énfasis en el artículo de Parra (2008), frente a la relación en la que se hallan las comunidades naturalizadas por la dominación a diversos grupos étnicos y, más que todo, en el racismo presente, para puntualizar claramente que es un problema central en la sociedad, en donde la construcción de los medios hacia el individuo, de una forma personal o colectiva es muy incidente, pues ellos tienen el papel de mostrar la ‘realidad’ que muchas veces es tergiversada que, como bien se sabe, las políticas públicas tornan a su favor y, de alguna manera la discriminación aumenta ante la minoría que se encuentra parcialmente segregada. La prensa, como élite simbólica, refleja que aquellos grupos minoritarios son los ‘causales de los problemas’ que generan diferentes respuestas a cualquier situación que se crea.

## Referencias

Constitución Política de Colombia [Const.]. Art. 13. 7 de julio de 1991.

González-Domínguez, C. y Martell-Gámez, L. (2013). El análisis del discurso desde la perspectiva foucauldiana: método y generación del conocimiento. *Ra Ximhai*, 9(1), 153-172. <https://doi.org/10.35197/rx.09.01.2013.08.cg>

Instituto Departamental de Salud de Nariño (IDSN). (2020). Informativo No. 45 – Coronavirus COVID-19 en Nariño. <http://idsn.gov.co/site/web2/index.php/covid19/5546-informativo-no-45>

Ministerio de Salud y Protección Social. (s.f.). Colombia confirma su primer caso de COVID-19. <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Colombia-confirma-su-primer-caso-de-COVID-19.aspx>

Parra, E. (2008). Discurso racista de las élites y su impacto en las políticas públicas. *Iustitia*, (6), 141-161. <https://doi.org/10.15332/iust.v0i6.942>

Pérez, J. N. y Gutiérrez, N. (2015). La discriminación racial a las comunidades negras: análisis desde el diario El Universal de Cartagena, Colombia. <https://www.camjol.info/index.php/RCI/article/view/2356/7478>

Van Dijk, T. A. (2001). Discurso y racismo. En Goldberg, D. & Solomos, J. (eds.). *The Blackwell Companion to Racial and Ethnic Studies* (C., Berger, Trad.), (pp. 191-205). Oxford.

# Capítulo 7

## Composición nutricional y sensorial del fruto tradicional Caimito (*chrysophyllum caínito l*) de la región pacífico sur nariñense

Karen Alejandra Barba Rosero<sup>1</sup>

Verónica Tatiana Salgar Solarte<sup>2</sup>

**Cítese como:** Barba-Rosero, K. A. y Salgar-Solarte, V. T. (2023). Composición nutricional y sensorial del fruto tradicional Caimito (*chrysophyllum caínito l*) de la región pacífico sur nariñense. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 80-87). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c337>

### Resumen

La presente investigación consta de un objetivo general, el cual es analizar la composición nutricional y sensorial del fruto tradicional Caimito (*Chrysophyllum Caínito L*) de la región pacífico sur nariñense, donde su alcance fue obtener y brindar información completa y verídica respecto a la composición nutricional y sensorial del fruto, con el propósito de crear y enriquecer conocimientos del mismo a nivel local, regional y nacional. En cuanto a la metodología, se realizó un estudio de tipo descriptivo transversal con relación a la parte bromatológica del fruto y de muestreo probabilístico aleatorio simple intencional para su perfil sensorial, donde para realizar su medición, fueron empleadas escalas semiestructuradas para la recolección de datos, teniendo como resultados relevantes la humedad, dando como resultado 90,97 % con una desviación relativa porcentual de 0,03 y el potasio, obteniendo un valor de 72,43mg con desviación relativa porcentual de 4,07. Cabe resaltar que no fueron detectadas ninguna de las vitaminas previstas, que son vitamina A, D, C y E. Por último, en el análisis sensorial, el porcentaje de aceptabilidad de este fruto da como resultado que, para el color fue de 72,9 %, olor 62,9 % y sabor 65,5 %.

**Palabras clave:** caimito; fruto tradicional; composición nutricional; análisis sensorial.

<sup>1</sup> Universidad Mariana. Correo: karenal.barba@umariana.edu.co

<sup>2</sup> Universidad Mariana. Correo: veronicata.salgar@umariana.edu.co





## **Nutritional and sensory composition of the traditional fruit Caimito (*Chrysophyllum caínito* L) from the south Pacific region of Nariño**

### **Abstract**

The general objective of this research was to analyze the nutritional and sensory composition of the traditional fruit Caimito (*Chrysophyllum Caínito* L) from the South Pacific region of Nariño, to obtain and provide complete and accurate information regarding its nutritional and sensory composition, to create and enrich knowledge at local, regional, and national levels. As for the methodology, a descriptive cross-sectional study was carried out about the bromatological part of the fruit and simple random probability sampling for its sensory profile, where semi-structured scales were used for data collection, having as relevant results moisture, resulting in 90.97% with a relative percentage deviation of 0.03 and potassium, obtaining a value of 72.43 mg with a relative percentage deviation of 4.07. It should be noted that none of the vitamins A, D, C, and E were detected. Finally, in the sensory analysis, the percentage of acceptability of this fruit resulted in 72.9% for color, 62.9% for odor, and 65.5% for flavor.

**Keywords:** caimito; traditional fruit; nutritional composition; sensory analysis.

## **Composição nutricional e sensorial da fruta tradicional Caimito (*Chrysophyllum caínito* L) da região sul do Pacífico de Nariño**

### **Resumo**

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar a composição nutricional e sensorial do fruto tradicional Caimito (*Chrysophyllum Caínito* L) da região de Nariño, no Pacífico Sul, para obter e fornecer informações completas e precisas sobre sua composição nutricional e sensorial, para criar e enriquecer o conhecimento em nível local, regional e nacional. Quanto à metodologia, foi realizado um estudo transversal descritivo sobre a parte bromatológica da fruta e amostragem probabilística aleatória simples para seu perfil sensorial, onde foram utilizadas escalas semiestruturadas para a coleta de dados, tendo como resultados relevantes a umidade, resultando em 90,97% com um desvio percentual relativo de 0,03 e o potássio, obtendo um valor de 72,43 mg com um desvio percentual relativo de 4,07. Deve-se observar que nenhuma das vitaminas A, D, C, e E foi detectada. Finalmente, na análise sensorial, a porcentagem de aceitabilidade dessa fruta resultou em 72,9% para a cor, 62,9% para o odor e 65,5% para o sabor.

**Palavras-chave:** caimito; fruta tradicional; composição nutricional; análise sensorial.

### **Introducción**

Si bien Colombia es un país reconocido por ser productor de gran variedad de frutos, muchos de estos no son aprovechados en su totalidad, como es el caso de



la región pacífico sur nariñense, con el fruto tradicional caimito (*Chrysophyllum Caimito L*) siendo la razón principal para llevar a cabo esta investigación.

El caimito proviene de un árbol tropical; se caracteriza por tener buen sabor y suele consumirse fresco; es una baya en forma de globo de aproximadamente 4 a 7 cm de largo, y existen dos tipos que se clasifican dependiendo del color de su cáscara, la cual puede ser morada o verde (Hernández et al., 2009); sin embargo, aun con estas características, existe desconocimiento a nivel nacional e internacional, ocasionando un desaprovechamiento del potencial del fruto, de modo que su producción y comercialización se limitan a la región.

Es importante enfatizar que, frente al caimito, hay mayor relevancia hacia cultivos agrícolas y productos ya conocidos, causando escasez de estudios con rigor científico con relación a las propiedades nutricionales presentes en este; tampoco se conoce el grado de aceptabilidad que pudiera llegar a tener en una población, lo que contribuye negativamente a ser reconocido como un fruto tradicional; por lo tanto, con la recolección de datos e información nutricional y sensorial durante la investigación, se logró descubrir características propias que potenciaron la información ya conocida, contribuyendo en el rescate y distinción de la tradición alimentaria del departamento de Nariño.

Como datos relevantes se obtuvo que la humedad del caimito es de  $90,97 \% \pm 0,03$  % y el potasio con un valor de  $72,43 \text{ mg} \pm 4,07 \text{ mg}$  frente a los demás parámetros que no resaltan o que no fueron detectados.

## Desarrollo

Colombia es un país reconocido a nivel mundial gracias a la biodiversidad que posee, dentro de la cual existen cinco componentes: flora, fauna, tipos de vegetación, ecosistemas y clima. Dada su gran riqueza gastronómica debido a la diversidad cultural (Rangel, 2015), cuenta con distintos platos típicos, los cuales son elaborados con alimentos propios de tipo autóctono y tradicional que son cultivados en las diferentes regiones que conforman el país.

Dicho esto, es importante recordar que la producción agrícola en cada municipio está relacionada con las condiciones ambientales y la ubicación geográfica. La Gobernación de Nariño (2019) brinda información sobre este departamento, especificando que en la costa pacífica sur sus cultivos más distinguidos son: el aceite de palma, el coco y borojó; sin embargo, dentro de esta región existe gran diversidad de alimentos típicos, como es el caso del caimito, un fruto tradicional producido en aquella zona, cuya existencia o información acerca de sus características nutricionales y sensoriales por parte de las demás regiones del país es desconocida, causada por la relevancia que tienen los demás cultivos ya conocidos. Del mismo modo, la población consumidora no cuenta con el conocimiento de dichas propiedades nutricionales, ocasionando posiblemente escasez en la innovación por parte del sector de la industria alimentaria y, un desinterés de la población de la región.



La descontextualización sobre el caimito como fruto autóctono de la región, sus características y propiedades nutricionales y sensoriales, es causada por la falta de investigaciones o estudios con rigor científico, razón por la cual la información pertinente no está inmersa en la Tabla de Composición de Alimentos (TCAC) del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF, 2018) y la lista de intercambios del Grupo de Consumo de Alimentos, documentos utilizados para informar acerca de los componentes nutricionales en macronutrientes y micronutrientes de los alimentos del país, recordando que deben ser tenidos en cuenta, dada la importancia dentro de la alimentación de las personas y, detonantes de la seguridad alimentaria de la población consumidora.

Por lo tanto, el hecho de no conocer las propiedades nutricionales de este fruto ocasiona disminución en el interés por consumirlo e impide la creación e innovación de nuevos productos; por esto, es importante realizar esta investigación, para brindar información pertinente, correcta y completa a personas de distintas regiones y, al mismo tiempo, lograr promover el consumo de frutos tradicionales propios del pacífico sur nariñense.

En Nariño, como mencionan el Ministerio de Salud y Protección Social y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2012), se consume con mayor frecuencia frutos como: el tomate de árbol, piña, mango y mora. El departamento también se encarga de cosecharlos, pero, el pacífico sur nariñense produce otros como el caimito, fruto considerado tradicional en la región, del cual no se encuentra documentos o registros de su información académica y/o científica.

Bajo este escenario, la presente investigación está focalizada en identificar la composición nutricional del caimito, puesto que hay desconocimiento respecto a su información y/o existencia por parte de las demás regiones del país, generando escasez de estudios con rigor científico que se encarguen de brindar información adecuada a nivel poblacional, regional y nacional respecto a sus propiedades nutricionales, composición de macronutrientes y micronutrientes que, además, pueden influir significativamente en la seguridad alimentaria de los consumidores.

El estudio se llevó a cabo con el fin de identificar la información respecto a dichas propiedades nutricionales y sensoriales; por ende, se espera contribuir a la mejora en el consumo de este fruto, tanto en la comunidad local como en la regional y nacional, de forma que sea aprovechado y se llegue a incluir dentro del consumo habitual, sin dejar de lado las tradiciones y costumbres que hacen parte de la cultura alimentaria por las que se caracteriza la región pacífico sur nariñense, beneficiando específicamente a la comunidad productora del fruto caimito.

Por lo tanto, para la obtención de resultados sobre las características nutricionales del caimito, se hace análisis bromatológicos y específicos sobre macro y micronutrientes y, un análisis sensorial, de tal forma que se pueda brindar información completa y verídica acerca del fruto. Por ende, se estableció los siguientes objetivos: General: Analizar la composición nutricional del fruto tradicional caimito de la región pacífico sur nariñense; y específicos: Determinar la



composición de macronutrientes y micronutrientes y, realizar el perfil de análisis sensorial y prueba de aceptabilidad del fruto en los estudiantes del programa de Nutrición y Dietética de la Universidad Mariana.

El caimito es un árbol tropical que pertenece a la familia de las sapotáceas, que incluyen alrededor de 800 especies en las cuales se encuentra incluido este fruto, que se caracteriza por tener buen sabor y se suele consumir fresco. Este árbol mide aproximadamente de 10 a 25 m de altura y de 20 a 50 cm de diámetro; su copa es redonda y sus hojas de color llamativo; teniendo en cuenta que el desprendimiento de cualquier parte de la planta produce flujo exudado lechoso, este se adapta a climas tropicales y a gran diversidad de suelos, ya sean fértiles y profundos o ligeros y arenosos.

Este fruto es una baya en forma de globo de 4 a 7 cm de largo y existen dos tipos que se clasifican dependiendo del color de su cáscara: morada o verde, resaltando que el de tonalidad morada tiene un sabor más dulce y en el verde, predomina su olor; es esencial considerar que este fruto, al ser cortado y expuesto al ambiente, se oxida rápidamente, por lo que su comercialización es difícil, debido al potencial en compuestos antioxidantes presentes en el fruto.

Además, es un fruto no climatérico; por eso debe ser cosechado cuando tiene la coloración total de su cáscara, índice de la cosecha. Es relevante resaltar que este fruto se obtiene del municipio San Andrés de Tumaco, el cual hace parte de la costa pacífica del país, ubicado al suroccidente de Colombia, cerca de la frontera con Ecuador, a 304 km de San Juan de Pasto, la capital del departamento. “La temperatura anual es de 26,2 °C y una precipitación promedio de 2.843 mm/año” (Cámara de Comercio de Tumaco, 2018, p. 14). Se caracteriza por tener un clima tropical húmedo, agropecuario, pesquero, forestal y, en menor medida, turístico, sin dejar de lado la agricultura, que se encarga de producir varios alimentos que son utilizados por las demás regiones.

Los productos más reconocidos del municipio a través del tiempo han sido: cacao, coco y palma de aceite, seguidos por el arroz y algunas nuevas ideas de cosecha y producción, como, por ejemplo, el ají tabasco (Bitácora & Territorio, 2017), además de otro tipo de frutos tradicionales que no tienen reconocimiento, como el caimito.

Para llevar a cabo este estudio se tuvo en cuenta, dentro de la parte legal, las resoluciones: 1229 de 2013, 4506 de 2013, 030021 de 2017; los decretos: 3748 de 2004 y 931 de 2018 y, la Ley 1753 de 2015. Los aspectos éticos estuvieron regidos por la Resolución 8430 de 1993, de lo cual deduce que el estudio no presentó riesgo o daño alguno; en torno al impacto ambiental, esta investigación no generó contaminación ni implicaciones ambientales, como rige la Ley 99 de 1993.

El presente estudio se enmarcó dentro de la investigación cuantitativa, pues se obtuvo los resultados de manera numérica; posterior a eso, su análisis y comprobación; además, fue de tipo descriptivo y transversal, donde el objeto de muestra, el fruto caimito, fue adquirido dentro de la región pacífico sur nariñense,



en San Andrés de Tumaco, por medio de comercio en la plaza de mercado y ventas ambulantes de personas que residen en el municipio, quienes llevan el fruto por encargo de su producción, como estudiantes, dado que, para el desarrollo del análisis sensorial se necesitó de la colaboración de 62 estudiantes de la Universidad Mariana, elegidos mediante muestreo simple intencional.

La técnica utilizada para el desarrollo de la investigación fue la observación; para la ejecución del estudio fueron claros los pasos a seguir para cumplir con lo estipulado, teniendo relación directa con el objeto de estudio, en este caso el caimito y los responsables que observaron los cambios presentados, adquiriendo lo necesario para resolver las variables. Para la obtención de resultados acerca del análisis sensorial se realizó una escala estructurada a una muestra de estudiantes previamente calculada, quienes respondieron a diferentes categorías, para obtener las variables del objetivo planteado.

La recolección de información se hizo por medio de tablas de registro, cuyos datos fueron arrojados por los resultados bromatológicos hechos mediante pruebas en laboratorio de cada una de las variables del fruto caimito a analizar, con la Universidad Industrial de Santander (UIS), en el laboratorio de Alimentos del Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología (CICTA), quienes cuentan con las metodologías AOAC<sup>3</sup> para publicaciones científicas.

En cuanto a los resultados del análisis sensorial, a través de una escala estructurada de aceptabilidad para consumidores, se registró una puntuación de 1 a 5. Fue entonces cuando los datos obtenidos mediante los laboratorios fueron almacenados en Microsoft Excel; posteriormente, se procedió a hacer un análisis exploratorio de las variables: humedad, calorías, proteínas, carbohidratos totales, grasas totales, fibra cruda, fibra dietaria, vitaminas A, C, D, E, hierro, magnesio, calcio, sodio, potasio, cenizas. Con el fin de caracterizar el fruto, se calculó el promedio, la desviación estándar y, se representó mediante una tabla descriptiva.

La información recolectada en el perfil sensorial se registró primero en papel y, luego, diligenciada en el mismo formato; para expresarla se recurrió a gráficas. Para obtener información respecto a las propiedades nutricionales del fruto, se hizo laboratorios bromatológicos en el CICTA de la UIS, donde los resultados de algunos parámetros fueron plasmados con el valor y desviación relativa porcentual y, para los demás, mediante cálculos establecidos por la Resolución 810 de 2021, de lo cual se recalca el potasio y la humedad como valor significativo frente a lo que este fruto presentó, en comparación a vitaminas y grasas, variables no detectadas en el mismo.

Cabe mencionar que, dentro de los macronutrientes el valor significativo fue la humedad, dando como resultado 90,97 % con una desviación relativa porcentual de 0,03. Siguiendo con los micronutrientes, se ubicó como parámetro importante, el potasio, obteniendo un valor de 72,43 mg con relativa porcentual de 4,07; no fue detectada ninguna de las vitaminas previstas: A, D, C y E. Por último, en el análisis sensorial se observó que, el olor fue agradable en un 48,4 %; el sabor fue

<sup>3</sup> Por sus siglas en inglés: Association of Analytical Communities.



agradable en un 45,2 %; el color fue agradable en un 46,8 %; la textura fue blanda; para la acidez, fue no ácido en un 72,6 % y, para el dulzor, fue poco dulce en un 37,1 %; además, fue calculado el porcentaje de aceptabilidad de este fruto, dando como resultado que, para el color fue de: 72,9 %; olor 62,9 % y, sabor 65,5 %.

### Conclusiones

Posterior al análisis de los resultados obtenidos de acuerdo con la información indagada acerca del fruto, se puede decir que este, al presentar un alto porcentaje de humedad, es rico en agua, por lo que su manipulación es más complicada, a diferencia de otros frutos, pues así como esta es elevada, incrementa la rapidez en la oxidación una vez abierto el fruto e, igualmente, se dificulta su transporte, de modo que los agricultores de esta región se abstienen de cosecharlo y de ser productores.

En cuanto al porcentaje de consumo diario de todos los macro y micronutrientes, un solo caimito no sería suficiente para satisfacer estas necesidades, por lo que se requiere que la población consumidora conozca su composición e incremente su consumo o, sepa balancear su alimentación junto con otros alimentos propios de la región.

Finalmente, es necesario recordar que para obtener un porcentaje de aceptabilidad positivo, ya sea de un alimento o un producto, se debe tener presentes todos los sentidos, porque cada uno es responsable de lograr su propia percepción, generando así una opinión diversa en cada uno de los evaluadores. Además, influyen dentro de los mismos sentidos, las emociones, sensaciones y pensamientos que están surgiendo internamente y según el entorno. En el caso del caimito, se obtuvo porcentajes de aceptabilidad altos dentro de los parámetros escogidos, que son: sabor, olor y color, con valores de 72,9 %, 62,9 % y 65,5 % respectivamente, por lo que se puede decir que es, en su gran mayoría, aceptado para el consumo de los evaluadores.

### Referencias

- Bitácora & Territorio. (2017). *Proyecto: Desarrollo territorial en el post conflicto colombiano*. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.
- Cámara de Comercio de Tumaco. (2018). Dinámica social, económica y empresarial. [https://www.cctumaco.org/images/Dinamica\\_2018\\_-\\_Versi%C3%B3n\\_Final.pdf](https://www.cctumaco.org/images/Dinamica_2018_-_Versi%C3%B3n_Final.pdf)
- Decreto 3748 de 2004. (2004, 12 de noviembre). Presidencia de la República de Colombia. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1535937>
- Decreto 931 de 2018. (2018, 28 de mayo). Presidencia de la República de Colombia. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=86580>



- Gobernación de Nariño. (2019). Plan Departamental de Extensión Agropecuaria del Departamento de Nariño PDEA – Nariño. <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/PDEA%27s%20Aprobados/PDEA%20Nari%C3%B1o.pdf>
- Hernández, M. L., Hernández, A. D., Elorza, P., López, M. y López, M. A. (2009). Caracterización de frutos de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) en el estado de Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola*, 9(1), 70-73.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). (2018). *Tabla de Composición de Alimentos colombianos (TCAC)*. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.
- Ley 99 de 1993. (1993, 22 de diciembre). Congreso de la República de Colombia. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>
- Ley 1753 de 2015. (2015, 9 de junio). Congreso de la República de Colombia. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61933>
- Ministerio de Salud y Protección Social y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2012). *Perfil nacional de consumo de frutas y verduras*. Ministerio de Salud y Protección Social.
- Rangel, J. O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(151), 176-200. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.136>
- Resolución 8430 de 1993. (1993, 4 de octubre). Ministerio de Salud. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- Resolución 1229 de 2013. (2013, 23 de abril). Ministerio de Salud y Protección Social. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-1229-de-2013.pdf>
- Resolución 4506 de 2013. (2013, 30 de octubre). Ministerio de Salud y Protección Social. [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%204506%20de%202013.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%204506%20de%202013.pdf)
- Resolución 030021 de 2017. (2017, 28 de abril). Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). <https://www.ica.gov.co/getattachment/9d8fe0fa-66d2-4feb-9513-cbba30dc4844/2017r30021.aspx>
- Resolución 810 de 2021. (2021, 16 de junio). Ministerio de Salud y Protección Social. [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20810de%202021.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20810de%202021.pdf)



# Capítulo 8

## Propiedades nutricionales del fruto tradicional Ciruelo (*Spondias Dulcis*) de la región pacífico sur nariñense

Laura Alejandra Arteaga Bolaños  
Clariza Stefania Galvez Portilla

**Cítese como:** Arteaga-Bolaños, L. A. y Galvez-Portilla, C. S. (2023). Propiedades nutricionales del fruto tradicional Ciruelo (*Spondias Dulcis*) de la región pacífico sur nariñense. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 88-96). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c338>

### Resumen

La diversidad frutícola en Colombia no es aprovechada adecuadamente; un claro ejemplo es lo que se vive en la región pacífico sur nariñense con el fruto tradicional ciruelo (*Spondias Dulcis*); por ende, la investigación se desarrolló en torno al desconocimiento que tiene la población y, se planteó analizar las propiedades nutricionales y el perfil sensorial del fruto, a través de estudios bromatológicos en el laboratorio de alimentos CICTA de la Universidad Industrial de Santander, certificada por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia y pruebas de aceptabilidad en los estudiantes de la Universidad Mariana.

Dentro de los resultados se obtuvo que, en 100 g de muestra hay 9,72 g de carbohidratos totales y  $120,02 \pm 3,30$  mg de potasio; estos se encuentran entre los nutrientes más representativos del ciruelo. Es necesario resaltar que este fruto es rico en fibra, puesto que sobresale entre todos los macro y micronutrientes; sin embargo, la característica de las frutas es el contenido de minerales y vitaminas; en el ciruelo no se tuvo valores relevantes y, en algunos casos, no se detectó. Por otra parte, en el análisis sensorial la variable que más agradó fue el color. Es posible deducir que el fruto tuvo una aceptación positiva en la población encuestada.

**Palabras clave:** desconocimiento; nutrientes; macronutrientes; micronutrientes; aceptabilidad; desaprovechamiento.



## **Nutritional properties of the traditional fruit of the Plum tree (*Spondias Dulcis*) from the south Pacific region of Nariño**

### **Abstract**

Fruit diversity in Colombia is not adequately exploited; a clear example is in the southern Pacific region of Nariño, with the traditional plum fruit (*Spondias Dulcis*), whose lack of knowledge on the part of the population gave rise to the present investigation, and it was proposed to analyze the nutritional properties and sensory profile of the fruit, through bromatological studies in the food laboratory of the Universidad Industrial de Santander, certified by the Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, and acceptability tests in the students of the Universidad Mariana.

The results showed that in 100 g of the sample, there are 9.72 g of total carbohydrates and  $120.02 \pm 3.30$  mg of potassium, being the most representative nutrients of plum. It is necessary to highlight that this fruit is rich in fiber since it stands out among all macro and micronutrients; however, the characteristic of fruits is the content of minerals and vitamins; in the plum tree, there were no relevant values and, in some cases, none were detected. In the sensory analysis, the most pleasing variable was color. It is possible to deduce that the fruit had a positive acceptance in the surveyed population.

**Keywords:** lack of knowledge; nutrients; macronutrients; micronutrients; acceptability; wastage.

## **Propriedades nutricionais do fruto tradicional da ameixeira (*Spondias Dulcis*) da região de Nariño, no Pacífico Sul**

### **Resumo**

A diversidade de frutas na Colômbia não é explorada adequadamente; um exemplo claro é a região de Nariño, no sul do Pacífico, com a tradicional fruta ameixa (*Spondias Dulcis*). A pesquisa foi desenvolvida em torno da falta de conhecimento da população, e foi proposta a análise das propriedades nutricionais e do perfil sensorial da fruta, por meio de estudos bromatológicos no laboratório de alimentos da Universidad Industrial de Santander, certificado pelo Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, e testes de aceitabilidade nos alunos da Universidad Mariana.

Os resultados mostraram que, em 100 g da amostra, há 9,72 g de carboidratos totais e  $120,02 \pm 3,30$  mg de potássio, sendo os nutrientes mais representativos da ameixa. É necessário destacar que essa fruta é rica em fibras, pois se destaca entre todos os macro e micronutrientes; no entanto, a característica das frutas é o conteúdo de minerais e vitaminas; na ameixeira, não houve valores relevantes e, em alguns casos, nenhum foi detectado. Na análise sensorial, a variável que mais agradou foi a cor. É possível deduzir que a fruta teve uma aceitação positiva na população pesquisada.



*Palavras-chave:* falta de conhecimento; nutrientes; macronutrientes; micronutrientes; aceitabilidade; desperdício.

### Introducción

El ciruelo es un fruto reconocido en los nativos, por su sabor ácido dulce, por lo cual se consume en estado inmaduro. La temperatura tropical de la región pacífica favorece su producción de manera silvestre, sin cuidados previos en los suelos. Dentro de las características se tiene que el color varía entre verde, naranja o amarillo, según sea su estado de maduración y, puede llegar a medir entre 4 y 10 cm de largo y de 3 a 8 cm de ancho (López, 2020).

La investigación parte del desconocimiento de las propiedades nutricionales y, de la necesidad de realizar el perfil sensorial del ciruelo en San Andrés de Tumaco, dado que la falta de estudios y el desinterés por realizar un análisis acerca de los macro y micronutrientes limita conocer su potencial y aceptabilidad, concentrándose solo en los alimentos tradicionales y generando en mayor proporción una pérdida de la identidad alimentaria del municipio; por ende, tener una información verídica del ciruelo podría llevar a conocer su aporte nutricional y ocasionar aceptabilidad en la población, contribuyendo con lo requerido en el ‘Programa por la Cultura Alimentaria de Nariño’, establecido en el Plan Decenal al Derecho Humano a la Alimentación y Nutrición Adecuada del departamento de Nariño, cuyo objetivo es “reconocer el valor nutricional de los frutos tradicionales de cada municipio” (Gobernación de Nariño, 2020, p. 201).

### Desarrollo

La investigación brinda información de las propiedades nutricionales del ciruelo, por medio de los resultados obtenidos en el laboratorio de alimentos ‘Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología’ (CICTA) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) con su respectivo análisis a cargo de las autoras, al igual que la aplicación de encuestas estructuradas a estudiantes de la Universidad Mariana, para conocer la aceptabilidad por medio del perfil sensorial.

Cabe aclarar que el tipo de estudio fue descriptivo transversal, para especificar características; se utilizó muestreo probabilístico aleatorio simple intencional, a fin de recolectar los datos del perfil sensorial. Por otra parte, en la obtención de resultados se recogió una submuestra de 3 kg y de esta se seleccionó una muestra de 2 kg, de los cuales 1 kg cumplió con los criterios de inclusión para enviar al laboratorio y 1 kg se utilizó para realizar la prueba del perfil sensorial en los estudiantes de la Universidad Mariana matriculados en el período académico 2022-1.

Todos los resultados fueron obtenidos sobre una muestra de 100 g del ciruelo, el cual contiene alta presencia de humedad, equivalente al  $89,36 \pm 0,19$  %. Cabe resaltar que este fruto contiene fibra dietaria total de  $5,17 \pm 0,70$  g. A continuación, se representa los datos de macro y micronutrientes obtenidos en el laboratorio.

**Tabla 1***Resultados de macronutrientes del fruto ciruelo de la región pacífico sur nariñense*

| <b>Macronutrientes</b>       |                     |                  |
|------------------------------|---------------------|------------------|
| <b>Parámetros</b>            | <b>Unidad</b>       | <b>Resultado</b> |
| <b>Proteínas</b>             | g/100 g muestra (%) | 0,65±2,24        |
| <b>Carbohidratos totales</b> | g/100 g muestra (%) | 9,72             |
| <b>Grasas totales</b>        | g/100 g muestra (%) | N.D              |

El macronutriente con mayor prevalencia en el ciruelo son los carbohidratos totales; los demás no presentaron valores representativos.

**Tabla 2***Resultados de micronutrientes del fruto ciruelo de la región pacífico sur nariñense*

| <b>Micronutrientes</b> |                     |                  |
|------------------------|---------------------|------------------|
| <b>Parámetros</b>      | <b>Unidad</b>       | <b>Resultado</b> |
| <b>Ceniza</b>          | g/100 g muestra (%) | 0,27±0,54        |
| <b>Sodio</b>           | mg/100 g muestra    | 2,43±1,80        |
| <b>Calcio</b>          | mg/100 g muestra    | 15,23±3,95       |
| <b>Hierro</b>          | mg/L muestra        | 0,32±3,76        |
| <b>Magnesio</b>        | mg/100 g muestra    | 7,63±2,29        |
| <b>Potasio</b>         | mg/100 g muestra    | 120,02±3,30      |
| <b>Vitamina A</b>      | µg ER/100 g muestra | N.D              |
| <b>Vitamina D</b>      | µg/100 g muestra    | N.D              |
| <b>Vitamina C</b>      | mg/100 g muestra    | 3,54±4,81        |
| <b>Vitamina E</b>      | mg/100 g muestra    | N.D              |

El micronutriente con mayor prevalencia es el potasio, seguido del calcio y el mineral; con menor relevancia, el hierro. Es importante resaltar que en el fruto no hay presencia de vitaminas.



Tabla 3

Valores de aporte de requerimiento diario del fruto ciruelo

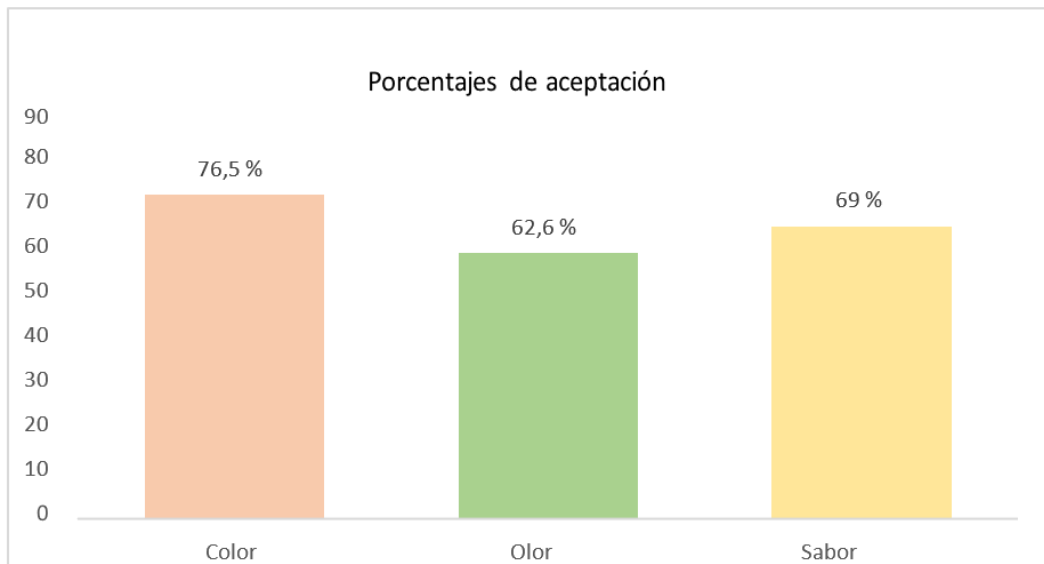
| Propiedades          | Aporte | Unidad | Unidad resolución. 810     |                          | Valor/día ciruelo %        |                          | Unidades de consumo de ciruelo por día para cumplir el requerimiento |      |
|----------------------|--------|--------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------|------|
|                      |        |        | Niños > 6 meses y < 4 años | Niños > 4 años y adultos | Niños > 6 meses y < 4 años | Niños > 4 años y adultos |                                                                      |      |
| Calorías             | 31,15  | Kcal   | 1000                       | 2000                     | 2,16                       | 1,08                     | 46                                                                   | 93   |
| Fibra dietaria total | 5,17   | g      | 14                         | 28                       | 25,67                      | 12,83                    | 4                                                                    | 8    |
| Carbohidratos        | 9,72   | g      | 150                        | 300                      | 4,50                       | 2,25                     | 22                                                                   | 44   |
| Proteína             | 0,65   | g      | 25                         | 50                       | 1,81                       | 0,90                     | 55                                                                   | 111  |
| Potasio              | 120,02 | mg     | 3000                       | 4700                     | 2,78                       | 1,77                     | 36                                                                   | 56   |
| Calcio               | 15,23  | mg     | 700                        | 1000                     | 1,51                       | 1,06                     | 66                                                                   | 94   |
| Magnesio             | 7,63   | mg     | 80                         | 310                      | 6,63                       | 1,71                     | 15                                                                   | 58   |
| Sodio                | 2,43   | mg     | 1000                       | 2000                     | 0,17                       | 0,08                     | 588                                                                  | 1250 |
| Hierro               | 0,32   | mg     | 11                         | 20                       | 2,02                       | 1,11                     | 50                                                                   | 90   |

Nota: datos analizados del requerimiento diario de macro y micronutrientes según las Recomendaciones de Ingesta de Energía y Nutrientes - RIEN (Resolución 003803 de 2016). Fuente: la presente investigación (2022).

Después de obtener y analizar el aporte del ciruelo con los valores de referencia establecidos en la Resolución 810 de 2021, es posible deducir que este fruto es rico en fibra, lo cual indica que, al consumir cuatro frutos en niños mayores a seis meses y menores a cuatro años y ocho en niños mayores a cuatro años y adultos, se cumpliría con el requerimiento diario de consumo.

**Figura 1**

*Porcentaje de aceptación de variables: color, olor y sabor del ciruelo de la región pacífico sur nariñense*



La aceptabilidad que tuvo el ciruelo fue mayor al 50 % del total de la población, sobresaliendo el color, seguido del sabor y, por último, el olor.

### **Análisis de las propiedades nutricionales**

Para el análisis de los resultados de las propiedades nutricionales obtenidos en el laboratorio de alimentos CICTA, se decidió realizar una comparación con estudios de otros autores y, en el caso de algunos nutrientes, no fue posible compararlo con el mismo fruto, sino que se buscó similitud con diferentes tipos de mango, entre ellos tipo criollo, azúcar y Alphonso. Cabe aclarar que en este apartado se menciona los datos más relevantes, entre ellos humedad, fibra, carbohidratos y potasio; también se explica por qué las vitaminas no fueron detectadas.

Iniciando con la humedad, el ciruelo tiene un resultado de 89,36 % en 100 g de muestra, pero en la investigación de Robles (2018) fue de 90,7 %; es posible inferir que este fruto cuenta con una alta actividad de agua; por ende, es propenso a sufrir un rápido deterioro (Vargas et al., 2019). Por otra parte, las variaciones existentes en los dos valores son debidas principalmente al grosor de la cáscara, la composición nutricional del fruto, según sean los nutrientes obtenidos del suelo y, la zona geográfica en la que se cultiva (Ferreira y Santos, 2017).

Continuando con la descripción, la fibra dietaria total tiene un valor de 5,17 g en 100 g de muestra, mientras que en el estudio de Robles (2018) fue de 4,55 g, dando a conocer que el ciruelo es un fruto con alto contenido de fibra y su consumo puede proporcionar beneficios para la salud intestinal, dado que actúa como un coadyuvante de la digestión y absorción (Villanueva, 2019).



Dentro de los macronutrientes, sobresalen los carbohidratos con 9,72 g en 100 g de muestra; Robles (2018) obtuvo un resultado de 11,8 g; estos son similares, debido al estado de inmadurez de los frutos cuando se hizo los laboratorios bromatológicos. Cabe aclarar que la ubicación geográfica, el clima e incluso el uso de agentes químicos para el cuidado de los suelos, puede interferir en este aporte (Martínez-González et al., 2017).

En los resultados de micronutrientes, el que más destaca es el potasio, con 120,02 mg en 100 g de muestra. Para esta comparación se empleó el estudio de Yacomelo et al. (2021), con el mango tipo azúcar, cuyo aporte fue de 2,11 mg. Al comparar estos dos frutos se determina que el ciruelo tiene mayor prevalencia del mineral, lo que genera un gran potencial para la elaboración de productos, dado que el potasio aumenta el rendimiento en la producción (Naspirán et al., 2015).

A pesar de que el ciruelo es un fruto, no contiene vitaminas; esto se debe principalmente al descuido de los suelos silvestres donde crece, afectando directamente el equilibrio nutricional al no hacer uso de abonos orgánicos que permitan el desarrollo de los catalizadores y enzimas necesarias para proporcionar la nutrición del fruto (Restrepo, 2007).

### **Análisis del perfil sensorial**

Para este análisis se hizo la implementación de documentos con enfoques científicos y sociales, a fin de explicar y comparar las variables de: color, olor, sabor, textura, acidez y dulzor.

La variable 'Color' fue aceptada por los encuestados porque, desde el aspecto psicológico, la tonalidad verde amarillenta se asocia a calma o reposo y, en la mayoría de los casos, tiene la capacidad de dilatar los capilares para generar sensación de agrado, frescura y naturaleza (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, UPAEP, 2014). Por otro lado, el olor del fruto fue asociado a plantas herbáceas, ocasionando un alto nivel de agrado, puesto que los olores aromáticos resultan placenteros para la mayoría de individuos (Quiroz, 2010). Esta característica se asocia directamente al sabor, debido a que sus estructuras anatómicas están unidas (Morales et al., 2015); por ende, la aceptación del sabor es similar a la del olor y las variaciones que hubo se debieron a las costumbres alimentarias y la capacidad por asimilar los sabores de manera individual (Fuentes et al., 2010).

Del mismo modo, fue posible analizar la textura, cuya mayor puntuación corresponde a blando; este resultado se debe principalmente a que el fruto utilizado para esta prueba estaba iniciando su proceso de maduración, lo que generó un aumento en el tamaño de las células y que estas se aflojaran, ocasionando un leve ablandamiento en el tejido del fruto (Esquivel, 2017). Por último, se evaluó la acidez y el dulzor del fruto, dando el mismo resultado en las dos variables, permitiendo corroborar que el ciruelo tiene compuestos químicos identificados como ácidos y dulces, en consonancia con lo menciona López (2020).





## Conclusiones

En los resultados de laboratorio se detectó humedad, cenizas, fibra, macronutrientes y minerales, pero no fue posible detectar vitaminas ni ácidos grasos; es probable que se deba principalmente al grado de maduración con el que se realizó los estudios bromatológicos o, al aporte de nutrientes que tiene la tierra donde fueron cultivados.

El ciruelo tuvo una aceptación superior al 60 %, denotando agrado desde la visión, olor y sabor; además, cabe mencionar que se mantiene el sabor agri dulce que lo caracteriza.

## Referencias

- Esquivel, N. (2017). *Análisis de Textura en Frutas* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9770/ESQUIVEL%20REYES%20NANCY%20VER%20C3%93NICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ferreira, L. y Santos, L. (2017). Estructurados de Cajá-manga (*Spondias dulcis*) com diferentes hidrocoloides. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, 14(25), 2017-2034. [https://doi.org/10.18677/EnciBio\\_2017A49](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2017A49)
- Fuentes, A., Fresno, M. J., Santander, H., Valenzuela, S., Gutiérrez, M. F. y Miralles, R. (2010). Sensorio percepción gustativa: una revisión. *International Journal of Odontostomatology*, 4(2), 161-168. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2010000200010>
- Gobernación de Nariño. (2020). Nuestro Nariño al derecho por una alimentación y nutrición adecuada: Plan Decenal Dhana 2020-2029. <https://sitio.narino.gov.co/wp-content/uploads/2020/12/Plan-decenal-DHANA-2020-2029.pdf>
- López, J. (2020). *Estudio exploratorio de la ciruela del pacífico Spondias dulcis P. en Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36775/jslopez.pdf?sequence=3>
- Martínez-González, M. E., Balois-Morales, R., Alia-Tejacal, I., Cortes-Cruz, M. A., Palomino-Hermosillo, Y. A. y López-Guzmán, G. G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (19), 4075- 4087. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i19.674>
- Morales, J. M., Mingo, E. M. y Caro, M. Á. (2015). Fisiología del Gusto. <https://seorl.net/PDF/Cavidad%20oral%20faringe%20esofago/069%20%20FISIOLOG%C3%8DA%20DEL%20GUSTO.pdf>



- Naspirán, A., Vallecilla, D., Tucanes, E., Dueñas, J. D., Castro, L., Jesús, O. y Rodríguez, W. (2015). Caracterización de ciruelo del pacífico (*Spondias dulcis*), y elaboración de un néctar como método de conservación. <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-narino/fisiologia-del-crecimiento-de-organismos-hidrobiologicos/articulo-del-ciruelo/8888608>
- Quiroz, M. (2010). *Semiótica del olor* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. [http://132.248.9.195/ptb2011/enero/0665892/0665892\\_A1.pdf](http://132.248.9.195/ptb2011/enero/0665892/0665892_A1.pdf)
- Resolución 003803 de 2016. (2016, 22 de agosto). Ministerio de Salud y Protección Social. [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%203803%20de%202016.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%203803%20de%202016.pdf)
- Resolución 810 de 2021. (2021, 16 de junio). Ministerio de Salud y Protección Social. [https://minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20810de%202021.pdf](https://minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20810de%202021.pdf)
- Restrepo, J. (2007). *Manual Práctico. El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas*. Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible (SIMAS).
- Robles, S. (2018). *Obtención y caracterización de una conserva a base de ciruela del Pacífico (Spondias dulcis)* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28392/1/AL%20686.pdf>
- Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP). (2014). Análisis sensorial. [https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial\\_final.pdf](https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf)
- Vargas, M. L., Figueroa, H., Tamayo, J. A., Toledo, V. M. y Moo, V. M. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 26(2), 1-11. <https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a6>
- Villanueva, R. (2019). Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación. *Revista Ingeniería Industrial*, (37), 229-237. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2019.n037.4550>
- Yacomelo, M. J., Ramírez, M. M., Pérez, U. A., Arcila, Á., Carrascal, F. F. y Flórez, E. (2021). Análisis nutricional y niveles de extracción del mango cv. 'azúcar' en el departamento del Magdalena, Colombia. *Bioagro*, 33(2), 79-90. <https://doi.org/10.51372/bioagro332.2>

# Capítulo 9

## Estudio de factibilidad para el montaje de una planta productora y comercializadora de amaranto en el municipio de Consacá, departamento de Nariño

Diana Marcela Gelpud Criollo<sup>1</sup>

Nathaly Valentina Gómez Macías<sup>2</sup>

Jelsyn Julieth Jaimes Urbano<sup>3</sup>

**Cítese como:** Gelpud-Criollo, D. M., Gómez-Macías, N. V. y Jaimes-Urbano, J. J. (2023). Estudio de factibilidad para el montaje de una planta productora y comercializadora de amaranto en el municipio de Consacá, departamento de Nariño. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 97-112). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c339>

### Resumen

El presente artículo es resultado de la investigación titulada *Estudio de factibilidad para el montaje de una planta productora y comercializadora de amaranto en el municipio de Consacá, departamento de Nariño*, para lo cual fue fundamental el desarrollo de cinco objetivos específicos que abarcaron la elaboración de un estudio de mercado, estudio técnico, estudio administrativo, estudio financiero y, finalmente, análisis del impacto socio ambiental, fundamentado en un tipo de investigación descriptiva, paradigma cuantitativo, enfoque empírico analítico y método deductivo. Los instrumentos de recolección de información fueron encuestas dirigidas a consumidores y a canales de distribución de la ciudad de Pasto. Los resultados obtenidos dan a entender, primero, que la mayoría de personas no conoce el amaranto; segundo, los consumidores más habituales son los estudiantes universitarios entre 18 y 25 años, a quienes les interesa conocer más sobre el producto y sus propiedades, cuidar su salud y consumir alimentos que proporcionen un gran valor nutricional. Finalmente, se puede decir que el amaranto es un alimento de gran valor nutritivo, ya que proporciona excelentes beneficios a la salud, logrando adaptarse a cualquier tipo de consumidor, siendo un nuevo producto alimenticio para ser incluido en la dieta de la población nariñense.

**Palabras clave:** producción; comercialización; estudios; investigación; factibilidad.

<sup>1</sup> Programa Administración de Negocios Internacionales, Universidad Mariana. Correo: [diagelpud@umariana.edu.co](mailto:diagelpud@umariana.edu.co)

<sup>2</sup> Programa Administración de Negocios Internacionales, Universidad Mariana. Correo: [nathagomez@umariana.edu.co](mailto:nathagomez@umariana.edu.co)

<sup>3</sup> Programa Administración de Negocios Internacionales, Universidad Mariana. Correo: [jjaimess@umariana.edu.co](mailto:jjaimess@umariana.edu.co)



## **Feasibility study for the establishment of an amaranth production and marketing plant in the municipality of Consacá, department of Nariño**

### **Abstract**

This article is the result of the research entitled *Feasibility study for the establishment of an amaranth production and marketing plant in the municipality of Consacá, department of Nariño*. The development of the five specific objectives included the elaboration of a market, technical, administrative, and financial study and, finally, the analysis of the socio-environmental impact, based on a descriptive type of research, quantitative paradigm, empirical analytical approach, and deductive method. The data collection instruments were surveys directed to consumers and distribution channels in the city of Pasto. The results obtained suggest, first, that most people are not familiar with amaranth; second, that the most common consumers are university students between 18 and 25 years of age, who are interested in learning more about the product and its properties, taking care of their health and consuming foods that provide high nutritional value. Amaranth is a food of great nutritional value, since it provides excellent health benefits, and can adapt to any type of consumer, being a new food product to be included in the diet of the population of the department of Nariño.

*Keywords:* production; marketing; studies; research; feasibility.

## **Estudo de viabilidade para o estabelecimento de uma fábrica de produção e comercialização de amaranto no município de Consacá, departamento de Nariño**

### **Resumo**

Este artigo é o resultado da pesquisa intitulada *Estudo de viabilidade para o estabelecimento de uma fábrica de produção e comercialização de amaranto no município de Consacá, departamento de Nariño*. O desenvolvimento dos cinco objetivos específicos incluiu a elaboração de um estudo de mercado, técnico, administrativo e financeiro e, finalmente, a análise do impacto socioambiental, com base em uma pesquisa do tipo descritiva, paradigma quantitativo, abordagem analítica empírica e método dedutivo. Os instrumentos de coleta de dados foram pesquisas dirigidas a consumidores e canais de distribuição na cidade de Pasto. Os resultados obtidos sugerem, em primeiro lugar, que a maioria das pessoas não conhece o amaranto; em segundo lugar, que os consumidores mais comuns são estudantes universitários entre 18 e 25 anos de idade, interessados em saber mais sobre o produto e suas propriedades, em cuidar da saúde e em consumir alimentos com alto valor nutricional. O amaranto é um alimento de grande valor nutricional, pois proporciona excelentes benefícios à saúde, e pode se adaptar a qualquer tipo de consumidor, sendo um novo produto alimentício a ser incluído na dieta da população do departamento de Nariño.

*Palavras-chave:* produção; comercialização; estudos; pesquisa; viabilidade.

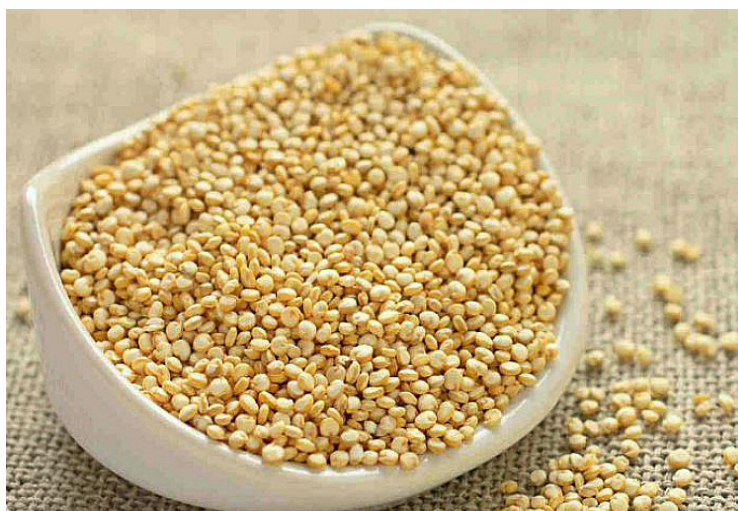
## Introducción

El amaranto es uno de los cultivos más antiguos de América y, probablemente, de la humanidad; este seudocereal contiene un alto valor nutricional y genera grandes beneficios en la salud; su alimento es usado y transformado para crear gran diversidad de productos, como, por ejemplo: en repostería, almuerzos, cenas, bebidas, bebidas alcohólicas, leche vegetal, heladería, entre otros. Actualmente, el amaranto es desconocido en el departamento de Nariño, por lo que su implementación en la dieta de la población sería una gran alternativa, pues hoy en día son muchos los problemas de salud que la aquejan; según el Plan Decenal Dhana 2020-2029 (Gobernación de Nariño, 2020) entre ellos están: la malnutrición por exceso de comidas procesadas, deficiencia de hierro, de zinc, vitaminas y minerales, iniciando desde la niñez hasta la edad adulta. Por ende, las nuevas tendencias saludables han motivado a las personas a preocuparse más por su bienestar, buscando alternativas de alimentos beneficiosos.

El presente proyecto consiste en un estudio de factibilidad para el montaje de una planta productora y comercializadora de amaranto en el municipio de Consacá, departamento de Nariño. Este fruto, según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2018) de la ciudad de México, es definido como un seudocereal que tiene propiedades alimenticias tales como niacina, calcio, hierro y fósforo; además, contiene minerales y vitaminas naturales: A, B, C, B1, B2, B3, D y K, beneficiosas para la salud. En este sentido, puede llegar a ser un gran atractivo por su alto valor nutricional. Adicionalmente, se puede decir que su cultivo podría promover un desarrollo sostenible en el municipio de Consacá, donde se realizaría la siembra, generando inversión, creación de empleos en el campo y haciendo uso de la mano de obra, de tal forma que la semilla será destinada para la siembra del cultivo y la obtención del grano para su transformación.

### Figura 1

*Cereal Amaranto*





Para la realización, formulación y sistematización de la presente investigación, se partió de la siguiente pregunta problema: ¿Qué estudios se requiere para determinar la factibilidad del montaje de una planta productora y comercializadora de amaranto en el municipio de Consacá, departamento de Nariño? Para dar respuesta fue necesario llevar a cabo estudios de mercado técnico, administrativo, financiero y socioambiental, con el fin de demostrar la importancia del fruto en el consumo diario, fomentar una alimentación sana y equilibrada, darlo a conocer y posicionarlo en el mercado. Con este alimento se beneficiará la población con problemas de salud como: afecciones en los huesos, deficiencia de calcio, de hierro, zinc, vitaminas y minerales.

### **Fundamentación teórica**

La investigación está fundamentada en cinco marcos referenciales, iniciando con antecedentes internacionales que hacen un estudio profundo sobre los sistemas de siembra del amaranto y su comportamiento, optimización y rendimiento del cultivo.

A nivel nacional se tomó como antecedentes, el estudio de Pico y Bautista (2013), quienes pretendieron determinar la factibilidad de producir y comercializar una bebida de amaranto con sabor a chocolate, con la cual se logró identificar aspectos importantes para la realización de un estudio de mercado que permitiera el posicionamiento de un producto elaborado a base de amaranto.

Siguiendo con el marco teórico, se tomó como referencia a Rodrigo Varela (2008), quien da a conocer los estudios requeridos para la realización de un plan de negocio y sus respectivos análisis de mercado, sector y compañía, administrativo, legal, económico y financiero.

### **Metodología**

La metodología que se utilizó para llevar a cabo el estudio se sustentó en un paradigma cuantitativo o método tradicional, fundamentado en la medición de las características de los fenómenos sociales, refiriéndose a todos los métodos y razonamientos utilizados para analizar datos, los cuales se puede observar en una encuesta, pero también, mediante documentos de archivos, basándose en métodos estadísticos que están diseñados como herramientas para analizar grandes conjuntos de datos. El análisis cuantitativo produce información cuantificada, como: porcentajes, probabilidades, números, razones, clasificaciones, indicadores de vinculación, etc.

El tipo de investigación es descriptivo, por cuanto se parte de la recolección de información para llevar a cabo la organización y el proceso de análisis de los resultados obtenidos a partir del trabajo de campo.

Este método de investigación es deductivo; consiste en tomar “conclusiones generales para explicaciones particulares. Se inicia con el análisis de los teoremas, leyes, postulados y principios de aplicación universal y de comprobada validez,





para aplicarlos a soluciones o hechos particulares” (Consultoría Estratégica de Investigación de Mercados, CIMEC, 2019, párr. 7).

La población escogida para la realización de la presente investigación está compuesta por dos grupos: uno, constituido por familias de diferentes estratos con los cuales se llevará a cabo la aplicación de 382 encuestas y, otro, conformado por los siguientes supermercados: Más barato, Super Andi, Abraham Delgado, Metrópolis 21, Autoservicio Macroeconómico, Supermercado Líder, Tigre de la Rebaja y, tres almacenes de cadena: Alkosto, Éxito y Jumbo.

Las fuentes de información que se va a utilizar en esta investigación son tanto primarias como secundarias:

- **Fuentes primarias:** en este caso, se obtendrá información de los resultados de las encuestas realizadas.
- **Fuentes secundarias:** hacen referencia a información de libros, artículos, trabajos de tesis, y a la información suministrada por internet.

## Resultados

Teniendo en cuenta los postulados de Varela (2008), se desarrolló los siguientes estudios:

**Estudio de mercado:** con el cual se busca identificar las necesidades de las personas, cuantificar bienes y servicios e identificar sistemas de comercialización. Este estudio cuenta con cuatro variables importantes: demandante, oferente, bien y servicio.

**Descripción del producto:** producción y comercialización del amaranto, planta cuyas semillas guardan una gran similitud con los granos de cereales como el trigo, el arroz o el maíz; es una fuente natural de proteínas vegetales de alto valor biológico, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales y, además, se destaca por su elevado contenido en antioxidantes, calcio, magnesio, fósforo, hierro o zinc.

**Propuesta de valor:** ‘Alegría Amaranto’ garantizará que la producción de sus cultivos sea 100 % orgánica, dado que estará regida por las normas de producción orgánica establecidas por el Ministerio de Agricultura, cuyo objetivo será garantizar la sostenibilidad y renovación de la base natural y del ambiente, donde se pondrá en uso la tecnología y elementos como plaguicidas y fertilizantes que no generen problemas ni al medio ambiente ni a la salud de las personas, con la finalidad de ofrecer un producto diferenciador, de alta calidad y con mejores cualidades nutricionales.

**Mercado potencial:** Kotler y Keller (2006) lo definen como el conjunto de clientes que manifiesta un grado suficiente de interés en una determinada oferta de mercado (el interés en los productos es suficiente). Se puede decir que son las personas que necesitan o podrían necesitar del producto o servicio que se desee ofrecer. El mercado potencial al cual se va a dirigir es a mujeres y hombres entre





los 18 y 40 años de edad, personas que se preocupan por su salud y se encuentran interesadas en el consumo de alimentos con un alto valor nutricional y, en este caso, se les brinda diferentes opciones alimenticias con el amaranto, que podría llegar a ser parte de una línea saludable con grandes propiedades y usos.

**Mercado objetivo:** es el “grupo de destinatarios al que va dirigido un producto o servicio concreto. En sus orígenes, los mercados objetivos eran grupos de individuos que se agruparon por edad, género o perfil social” (Peiró, 2020, párr. 1). Así, el mercado objetivo escogido son hombres y mujeres estudiantes que se encuentran en un rango de edad entre los 18 y 25 años; consumen productos de alto valor nutricional y se preocupan por mantener un buen funcionamiento del organismo, por lo cual el amaranto sería un gran atractivo gracias a su alto contenido proteínico y mineral, creando grandes beneficios para la salud.

### Resultados de aplicación de encuestas

Entre los resultados obtenidos se aprecia que, en primer lugar, la mayoría de personas que respondieron la encuesta no conoce el amaranto; en segundo lugar, los consumidores más habituales son los estudiantes universitarios entre 18 y 25 años, que ganan menos de un salario mínimo, a quienes les interesa conocer más acerca del mismo y sus propiedades, cuidar su salud y consumir alimentos que proporcionen un gran valor nutricional. Por otra parte, también se observó que un gran porcentaje de los encuestados consume productos nutricionales de manera mensual, con una presentación biodegradable, porque así estarían cuidando el medio ambiente; les gustaría tener un lugar de preferencia como los supermercados, donde puedan adquirir los productos; se centran más en la calidad del alimento; finalmente, los consumidores prefieren tener información del seudocereal por medio de internet.

Los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a los supermercados permitieron observar que la mayoría de encuestados no conoce el amaranto, lo cual sería un atractivo para ofertarlo; además, un gran porcentaje maneja la distribución de cereales como la avena, quínoa y soya y, estarían dispuestos a ofertar este gran cereal.

### Estudio técnico

El estudio técnico tiene como objetivo, comprobar la posibilidad técnica de fabricación de un producto y determinar el tamaño y localización óptimos, equipos, instalaciones y organización requerida para realizar la producción de amaranto.

**Tamaño óptimo del proyecto.** Se define por la capacidad física o real de producción de una determinada cantidad de productos por unidad de tiempo, volumen, peso, valor, elaborados en un ciclo de operación. Para la presente investigación, se encontró que el volumen de producción anual es de 7 000 libras de amaranto.

**Localización:** a continuación, se presenta los tópicos de la localización:

**Macro localización.** Tiene como propósito, encontrar la ubicación más ventajosa para el proyecto, determinando sus características físicas. Para ello, se debe analizar los diferentes lugares donde sea posible su realización, con el fin de determinar el lugar que posibilite la máxima ganancia, si es una empresa privada o, el mínimo costo unitario. Para esto se realizó una comparación entre los municipios de Pasto y Consacá, para identificar la zona más adecuada.

**Tabla 1**

*Macrolocalización*

| Consacá                            |              | Pasto                              |              |
|------------------------------------|--------------|------------------------------------|--------------|
| Ítem                               | Calificación | Ítem                               | Calificación |
| Transporte                         | 10           | Transporte                         | 7            |
| Mano de Obra                       | 9            | Mano de Obra                       | 8            |
| Materia prima                      | 10           | Materia prima                      | 9            |
| Servicios públicos                 | 10           | Servicios públicos                 | 8            |
| Telecomunicación                   | 10           | Telecomunicación                   | 10           |
| Acceso                             | 9            | Acceso                             | 10           |
| Condiciones climáticas             | 10           | Condiciones climáticas             | 7            |
| Factores ambientales               | 10           | Factores ambientales               | 7            |
| Costo y disponibilidad de terrenos | 10           | Costo y disponibilidad de terrenos | 5            |
| <b>Total</b>                       | <b>88</b>    | <b>Total</b>                       | <b>71</b>    |

La Tabla 1 permite apreciar que la localización más conveniente para la creación de la empresa es Consacá, por cuanto obtuvo la mayor calificación; se evaluó de acuerdo con las necesidades de la empresa; estos ítems fueron los más relevantes, siguiendo al análisis del entorno, de los cuales se puede evaluar el máximo beneficio para la empresa.

**Microlocalización.** Tiene el propósito de seleccionar la comunidad y el lugar exacto para instalar la planta industrial. Conjuga los aspectos relativos a los asentamientos humanos, identificación de actividades productivas y determinación de centros de desarrollo. Selección y re-limitación precisa de las áreas, también denominada sitio, en que se localizará y operará el proyecto dentro de la macrozona.



**Tabla 2**

*Matriz de microlocalización*

| Cabecera municipal<br>Cariaco |              | Hatillo              |              | Santa Inés           |              |
|-------------------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| Ítem                          | Calificación | Ítem                 | Calificación | Ítem                 | Calificación |
| Clima                         | 9            | Clima                | 7            | Clima                | 8            |
| Mano de obra                  | 9            | Mano de obra         | 9            | Mano de obra         | 9            |
| Materia prima                 | 8            | Materia prima        | 7            | Materia prima        | 7            |
| Servicios públicos            | 10           | Servicios públicos   | 9            | Servicios públicos   | 8            |
| Transporte                    | 10           | Transporte           | 7            | Transporte           | 6            |
| Terreno                       | 8            | Terreno              | 7            | Terreno              | 8            |
| Área requerida                | 10           | Área requerida       | 7            | Área requerida       | 7            |
| Tamaño de la empresa          | 10           | Tamaño de la empresa | 8            | Tamaño de la empresa | 7            |
| Acceso                        | 10           | Acceso               | 7            | Acceso               | 7            |
| Telecomunicación              | 10           | Telecomunicación     | 7            | Telecomunicación     | 7            |
| <b>Total</b>                  | <b>94</b>    | <b>Total</b>         | <b>75</b>    | <b>Total</b>         | <b>74</b>    |

De acuerdo con la información obtenida, la vereda en la cual se ubicará la planta productora y comercializadora de amaranto será en la cabecera municipal de Cariaco, dado que presenta mayores ventajas en comparación a las otras veredas. Estos ítems son los que se requiere específicamente para el montaje de la planta y, las ventajas que cada vereda podría ofrecer.

**Ingeniería del proyecto.** Es una etapa donde se define los recursos necesarios para llevar a cabo el desarrollo del producto; los factores productivos desempeñan un papel fundamental, ya que permiten la optimización eficiente y eficaz de herramientas, recursos e insumos necesarios para desplegar el procedimiento técnico, como: la maquinaria y equipo, la materia prima y el personal necesario para la producción.

A continuación, se presenta la materia prima e insumos:

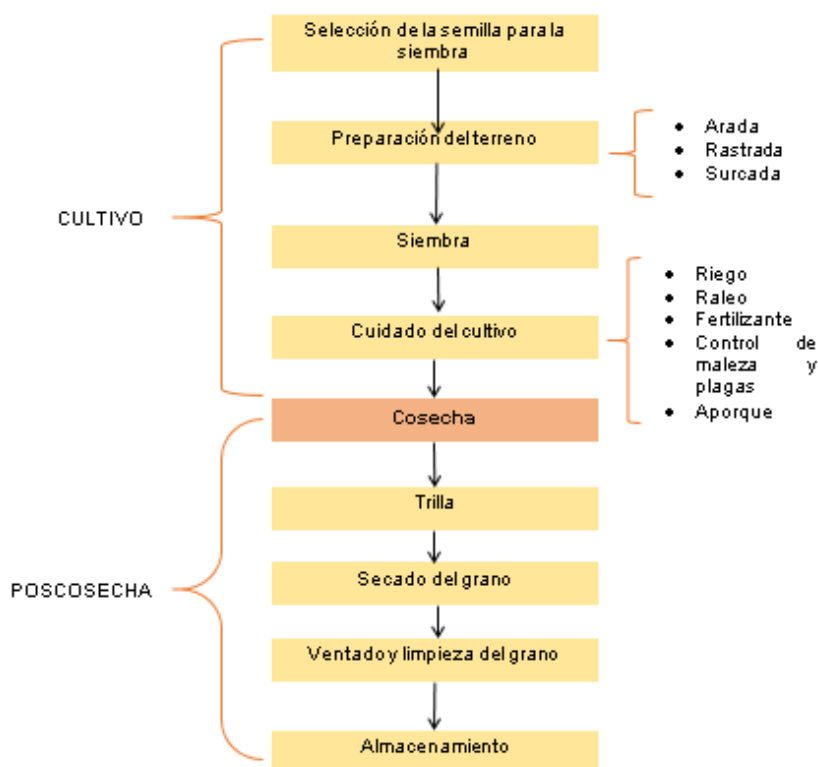
**Materia prima.** La semilla de amaranto (*Amaranthus Caudatus*), el cual se cultiva principalmente para obtener el grano, aunque también se consume como vegetal. Sus semillas son blancas, color crema o doradas.

**Insumos:**

- Abonos orgánicos fertilizantes: sustancias constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto, que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Son utilizados para mejorar la estructura del suelo, aportando nutrientes.
- Insecticidas: son indispensables para controlar o matar insectos portadores de enfermedades. Son mecanismos de acción para controlar las distintas plagas que afectan el rendimiento del cultivo.

**Tipo de proceso productivo.** Para Baca (2010)

El proceso de producción es el procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener los bienes y servicios a partir de insumos, y se identifica como la transformación de una serie de materias primas para convertirlas en artículos mediante una determinada función de manufactura. (p. 133)

**Figura 2***Proceso productivo*

Para el proceso productivo se requiere de la siguiente maquinaria y equipo:

**Tabla 3**  
*Requerimientos para el proceso productivo*

| Maquinaria y equipo  | Herramientas de trabajo | Elementos de bioseguridad | Muebles y enseres  |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tractor              | Palas                   |                           |                    |
| Trilladora           | Picos                   |                           |                    |
| Guadañadora          | Rastrillos              | Botas                     | Muebles de oficina |
| Fumigador de tractor | Azadón                  | Protectores de oídos      | Escritorios        |
|                      | Manguera                | Guantes                   | Mesa de juntas     |
|                      | Sistema de riego        | Gafas                     | Computadores       |
|                      | Sacos de polipropileno  | Overoles                  | Impresoras         |
|                      | Cosedora de sacos       | Caretas                   | Teléfonos          |
|                      | Báscula electrónica     |                           |                    |

**Distribución de la planta.** La planta estará distribuida en dos niveles: en el primero se realizará todas las actividades de producción, secado, ventado y limpieza del grano y almacenamiento. En el segundo nivel se ubicará la parte administrativa de la empresa.

**Estudio administrativo y legal**

El estudio administrativo y legal da como respuesta el análisis estratégico de una organización: cuándo se inicia, dónde se determina (misión, visión, valores, principios, planes, políticas y programas), mostrando el diagrama organizacional que llevará la empresa y el perfil de cada cargo y aquellos aspectos legales que afronta un negocio.

‘Alegria Amaranto’ tomará como tipo de constitución, sociedad por acciones simplificadas S.A.S ya que, bajo la Ley 1258 de 2008, esta ofrece una gran flexibilidad, adaptándose a las necesidades de los negocios.

**Figura 3**  
*Logo Alegria Amaranto*





La misión y la visión están enfocadas en brindar un producto de alta calidad que proporcione grandes beneficios en la salud de aquellas personas que lo consuman, al igual que, una forma de beneficiar a la región donde se producirá el amaranto, generando empleo en el municipio de Consacá; por tal razón, la empresa se enfocará en madres cabeza de familia y en el medio campesino, sin dejar a un lado los beneficios y el crecimiento que la empresa buscará. Por ello, se ha determinado la misión y la visión de Alegría Amaranto de la siguiente manera:

- **Misión:** Producir y comercializar amaranto con la tecnología adecuada y las condiciones de higiene y salubridad rigurosamente efectuadas, para brindar un producto de calidad con un alto valor nutricional que genere visibles beneficios en la salud y lo mejor hecho en Nariño.
- **Visión:** Ser una empresa reconocida a nivel departamental y nacional, por ofrecer un producto de alta calidad y grandes beneficios en la salud, que genera importantes oportunidades de empleo y desarrollo en el departamento de Nariño.

Los valores corporativos crearán sinergia con la misión y visión de la empresa, dado que se busca fortalecer el ambiente interno de la misma, para que se pueda ver reflejada externamente.

Como políticas empresariales, considerando que 'Alegría Amaranto' busca encontrar equilibrio tanto en lo social, como en lo económico y ambiental para poder ser un ejemplo para la economía del departamento de Nariño, se ha planteado:

- **Política de calidad:** 'Alegría Amaranto' se compromete a cumplir con todos los aspectos fitosanitarios y reglamentos de control, para la obtención de un grano limpio y de calidad, ejecutando prácticas correctas que se verán reflejadas en una producción apta.
- **Política de Talento Humano:** enfocar al personal de todas las ramas con la ayuda de una comunicación asertiva, conducente a un trabajo en equipo óptimo, en pos de la construcción de una capital humana invaluable.
- **Política Social:** la responsabilidad de la organización es aportar al departamento de Nariño, un mayor desarrollo económico, para generar empleo y mejorar la calidad de vida de poblaciones vulnerables; por lo tanto, los primeros en ser tenidos en cuenta para operar en la planta serán personas del municipio de Consacá, como madres solteras o cabeza de hogar, campesinos, etc. Por otra parte, se pretende no generar desperdicios; por tal razón, los sobrantes de la producción de amaranto o existencias prontas a expirar, serán donadas a lugares u hogares necesitados.
- **Política Ambiental:** 'Alegría Amaranto' se acogerá a las políticas internacionales como normas ISO-14001 y nacionales de protección ambiental, comprometiéndose a darle una finalidad adecuada a cada desecho que produzca, en este caso, con los sobrantes de fungicidas y fertilizantes o cualquier producto químico involucrado en la producción de los productos, para no generar daños en la salud del planeta y de las personas, señalando cada residuo, ya sea aprovechable o no, al igual que hacer uso de tecnologías limpias.

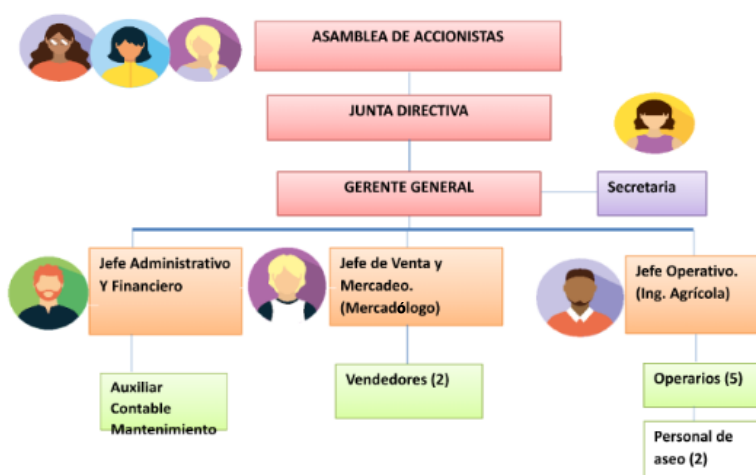


- **Política con los clientes:** se implementará estrategias de márketing para generar un reconocimiento de la marca, al igual que un recordatorio dado que, en la actualidad las redes sociales son vitales para dar a conocer y promocionar bienes y servicios.

En lo referente a la estructura organizacional, 'Alegría Amaranto' está dispuesto a contratar a un jefe administrativo y financiero, jefe de venta o mercadeo, jefe operativo, para iniciar labores, seguido de un auxiliar contable, dos vendedores, cinco operarios y dos personas encargadas de los servicios generales; cada uno de ellos tiene diseñado un manual de funciones, el cual se espera que cumplan, para así optimizar tiempo y trabajo.

**Figura 4**

*Organigrama*



Salvaguardar la vida y salud de los operarios de 'Alegría Amaranto' es primordial tanto para ellos como para la empresa, razón por la cual deben llevar un equipo de protección completo, como: guantes de látex, gorro desechable, botas blancas, peto, overol blanco, tapabocas, bata antifluidos. Por consiguiente, se llevará un protocolo de higiene y desinfección, seguido de prohibir el uso de elementos que estén fuera de lo estipulado, ya que lo que busca la empresa es presentar un alimento de gran valor y excelente presentación, bajo buenas prácticas que las personas que se encarguen del proceso de producción del amaranto deben llevar, para evitar riesgos.

### Impacto socioambiental

'Alegría Amaranto', como futura empresa agroindustrial, es consciente de que las industrias deben responsabilizarse de todo aquello que producen, tanto de la obtención final de los productos como los desechos que generan para producirlos, ya que la naturaleza misma proporciona bienes naturales como los alimentos y, las empresas deben comprometerse a dar un buen manejo de lo que causan, manteniendo la ética y el respeto al entorno social y ambiental que las rodea, para





una buena convivencia; por tal razón, se analiza el impacto de la agroindustria en el aspecto social y ambiental.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2013), la agroindustria puede generar un impacto y aportar al progreso económico global, junto con transformaciones en las tasas de pobreza ligadas a la magnitud y distribución de los cambios en el empleo y a los ingresos per cápita entre aquellos cuya subsistencia está ligada a la economía agroalimentaria. Por otra parte, se puede mejorar la tecnología y el uso de materiales para mitigación de problemas ambientales. Los siguientes son los impactos que llega a generar la agroindustria:

- Deforestación y, en algunos casos, pérdida de biodiversidad
- Intoxicación y contaminación ambiental, desencadenando degradación del suelo, por el uso de plaguicidas
- Adopción de tecnologías que sustituyen el capital humano
- Efectos críticos en la disponibilidad y calidad del agua, especialmente si se asocia con sistemas de producción de regadío
- Malos procedimientos de desechos agroprocesados tanto en la parte preindustrial como industrial, generando erosiones y producción de gases  $\text{CO}_2$
- Excesivo uso de energía.

Por otra parte, en el sector social se puede desencadenar un impacto en:

- El desplazamiento del trabajo informal, arrebatando un poco de la economía a este sector de la sociedad
- Insuficiente cantidad de empleo significativo en las áreas rurales, pues la agroindustria en países en desarrollo no los genera
- La agroindustria, que tiene como responsabilidad, generar adecuada y éticamente, productos que benefician la salud de la población
- Algunas agroindustrias, que han ocasionado desplazamiento de poblaciones nativas
- La economía de la población, afectada por la monopolización de un sector
- La salud, debido al mal uso de productos bioagrícolas.

Finalmente, es importante tener en cuenta que las Naciones Unidas y CEPAL (2018) aprobaron la *Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible*, como una “oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos” (párr. 1); por tal razón, se ha tomado algunas metas de la agenda, para ser aplicadas en el momento en que la planta productora opere.

- **Igualdad de género:** para ‘Alegría Amaranto’, un punto importante en su labor es darles un lugar a las mujeres, dado que se pretende generar empleo y ellas lo necesitan; en este caso, se priorizará a aquellas madres cabeza de familia, ya que esto mitigaría el desempleo en este sector de la sociedad y aportaría a la economía de su familia.



- **Energía asequible y no contaminante:** como empresa responsable, 'Alegría Amaranto' se compromete a usar energías alternativas y sustentables, como los paneles solares, elementos que ayudan al ahorro de energía y al aprovechamiento de un recurso natural como la energía solar, sin perjudicar el medio ambiente.
- **Trabajo decente y crecimiento económico:** brindar empleo digno a aquellas personas a quienes se les ha dificultado encontrarlo, con todas las prestaciones de ley, que permitan la seguridad de todos y cada uno de los miembros de la organización, dado que el capital humano es un bien importante en ella.
- **Industria, innovación e infraestructura:** investigar medios que generen una mayor tecnología e innovación en la parte agroindustrial, proporcionando un mayor ahorro para la empresa y, beneficios al medio ambiente y al capital humano de trabajo.
- **Reducción de las desigualdades:** dar prioridad al emplear a personas del municipio de Consacá, dado que el municipio brindará el espacio para operar, priorizando madres cabeza de familia, personas desempleadas y personas con discapacidades, que tengan el perfil para operar en algún cargo específico.
- **Producción y consumo responsable:** 'Alegría Amaranto' se compromete a no generar desperdicios y aprovechar, si es posible, aquellos para la reutilización, mediante un tratado adecuado que no cree contaminación ni daños al medio ambiente o a las personas. Por otro lado, el uso de agua para la siembra de amaranto se hará a través de algún método gentil que genere mayor ahorro y menos desperdicios de agua; en este caso, se considera el riego por goteo, ya que es uno de los más económicos y que menor desperdicio de agua genera; también, se pretende no contribuir a la producción de gases efecto invernadero.

### Conclusiones

El amaranto, como un cereal adaptable a cualquier tipo de suelo térmico, en especial climas templados, es muy generoso a la hora de la cosecha, convirtiéndose en un alimento de gran valor nutritivo, tanto o más que la avena, quinua y soya, ya que proporciona excelentes beneficios a la salud, logrando adaptarse a cualquier tipo de consumidor, lo cual lo hace un nuevo producto alimenticio para ser incluido en la dieta del nariñense, saliendo de lo consumido cotidianamente. Con el amaranto se pretende apostar a la economía de la región, generando nuevos empleos y mayor desarrollo en el departamento.

La producción y comercialización de amaranto se muestra como una gran oportunidad para entrar al mercado regional, nacional e internacional; si bien es un producto nuevo, la población nariñense estaría dispuesta a probar y consumir este producto, pues muchos consumidores se han vuelto más exigentes a la hora de elegir un producto y se fijan en las cualidades nutricionales del producto antes que en la cantidad, lo que beneficiaría al amaranto, por sus altas características nutricionales.



En el estudio de mercado se pudo analizar que los encuestados prefieren alimentos de alto valor nutricional, por lo que están dispuestos a consumir el producto. También se pudo identificar que el lugar donde más les gustaría adquirir el amaranto sería en los supermercados, seguido de tiendas y puntos de venta de cada empresa, inclinándose más por las cualidades saludables del amaranto, que por su precio.

El estudio técnico permitió identificar la macro y microlocalización donde se llevará a cabo el proyecto, además de la maquinaria y el equipo necesario para el funcionamiento de la empresa, así como el diseño y distribución de la planta, para lograr un tamaño óptimo del proyecto. Para ello se determinó el volumen de producción y el proceso productivo que conlleva la producción de amaranto.

En el estudio administrativo se diseñó una filosofía empresarial, políticas, reglas y normas que permiten el direccionamiento de la empresa de la mejor manera, así como la estructura organizacional y el sistema de seguridad y salud para los trabajadores.

### Referencias

Baca, G. (2010). *Evaluación de proyectos* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.

Consultoría Estratégica de Investigación de Mercados (CIMEC). (2019). ¿Qué tipos de métodos científicos existen? <https://www.cimec.es/metodos-cientificos-diferentes/>

Gobernación de Nariño. (2020). Nuestro Nariño al derecho por una alimentación y nutrición adecuada: Plan Decenal Dhana 2020-2029. <https://sitio.narino.gov.co/wp-content/uploads/2020/12/Plan-decenal-DHANA-2020-2029.pdf>

Kotler, P. y Keller, K. (2006). *Marketing management* (12<sup>th</sup> ed.). Pearson. Prentice Hall.

Ley 1258 de 2008. (2008, 5 de diciembre). Congreso de la República de Colombia. [https://www.redjurista.com/Documents/ley\\_1258\\_de\\_2008\\_congreso\\_de\\_la\\_republica.aspx#/](https://www.redjurista.com/Documents/ley_1258_de_2008_congreso_de_la_republica.aspx#/)

Naciones Unidas y CEPAL. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y El Caribe*. Naciones Unidas.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *Agroindustrias para el desarrollo* (p. Valdivieso, Trad.). FAO.

Peiró, R. (2020). Mercado objetivo. <https://economipedia.com/definiciones/mercado-objetivo.html#:~:text=En%20sus%20or%C3%ADgenes%2C%20los%20mercados,adem%C3%A1s%20de%20los%20anteriores%20mencionados.>



Pico, L. M. y Bautista, M. J. (2013). *Determinar la factibilidad de producir y comercializar una bebida de Amaranto con sabor a Chocolate en Bucaramanga y su área Metropolitana* [Tesis de Pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana]. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/576>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Amaranto, al infinito y más allá. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/amaranto-al-infinito-y-mas-alla>

Varela, R. (2008). *Innovación empresarial. Arte y Ciencia en la creación de Empresas* (3.<sup>a</sup> ed.). Pearson, Prentice Hall.

# Capítulo 10

## Creación de un centro de recreación y deporte dirigido a personas en situación de discapacidad en la ciudad de San Juan de Pasto

Ángela Sofía Romo Rosero<sup>1</sup>

**Cítese como:** Romo-Rosero, Á. S. (2023). Creación de un centro de recreación y deporte dirigido a personas en situación de discapacidad en la ciudad de San Juan de Pasto. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 113-124). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c340>

### Resumen

El presente artículo está encaminado a la creación un centro de recreación y formación deportiva dirigido a personas con discapacidad como, discapacidades físicas, sensoriales o cognitivas, con el objetivo de generar una mayor inclusión social a esta parte de la comunidad y generar en ellos confianza en sí mismos, autosuperación y autorrealización. El objetivo general del proyecto es “Realizar un plan de negocios para la creación de un centro para la recreación y el deporte dedicado a personas en situación de discapacidad en la ciudad de San Juan de Pasto”. Para alcanzar el anterior objetivo se propuso objetivos específicos que consisten en realizar estudios tales como: un estudio de mercado, un estudio técnico, un estudio administrativo, estudio financiero y un estudio social y ambiental para medir el impacto que tendrá el proyecto cuando este ya esté en marcha. La investigación en mención se realizó bajo un paradigma cuantitativo, un enfoque empírico analítico, de tipo descriptivo; se apoyó en fuentes de información primarias y secundarias; la población está constituida por personas en situación de discapacidad de edades comprendidas entre los 5 y los 40 años de los estratos 2, 3 y 4 de la ciudad de San Juan de Pasto.

**Palabras clave:** discapacidad; inclusión; deporte adaptado; experiencia.

<sup>1</sup> Universidad Mariana. Correo: [angromo@umariana.edu.co](mailto:angromo@umariana.edu.co)



## **Creation of a recreation and sports center for people with disabilities in the city of San Juan de Pasto**

### **Abstract**

This article is aimed at the creation of a recreation and sports training center for people with physical, sensory, or cognitive disabilities, to generate in them greater social inclusion, confidence, self-improvement, and self-realization. The general objective of the project is to develop a business plan for the creation of a center for recreation and sports dedicated to people with disabilities in the city of San Juan de Pasto. For its scope, it was proposed to carry out market studies, and a technical, administrative, financial, social, and environmental study, to measure the impact that the project will have when it is already underway. The research was executed under a quantitative paradigm, an analytical empirical approach, descriptive type; it was supported by primary and secondary sources of information. The population is constituted of people from 5 to 40 years old in situations of disability of strata 2, 3, and 4 of the city of San Juan de Pasto.

*Keywords:* disability; inclusion; adapted sport; experience.

## **Criação de um centro de recreação e esportes para pessoas com deficiência na cidade de San Juan de Pasto**

### **Resumo**

Este artigo tem como objetivo, a criação de um centro de recreação e treinamento esportivo para pessoas com deficiências físicas, sensoriais ou cognitivas, a fim de gerar nelas maior inclusão social, confiança, auto-superação e auto-realização. O objetivo geral do projeto é desenvolver um plano de negócios para a criação de um centro de recreação e esportes dedicado a pessoas com deficiências na cidade de San Juan de Pasto. Para seu escopo, foi proposta a realização de estudos de mercado e um estudo técnico, administrativo, financeiro, social e ambiental para medir o impacto que o projeto terá quando já estiver em andamento. A pesquisa foi executada sob um paradigma quantitativo, uma abordagem empírica analítica, do tipo descritiva; foi apoiada por fontes primárias e secundárias de informação. A população é constituída por pessoas de 5 a 40 anos de idade em situação de deficiência dos estratos 2, 3 e 4 da cidade de San Juan de Pasto.

*Palavras-chave:* deficiência; inclusão; esporte adaptado; experiência.

### **Introducción**

En la actualidad, según muchos expertos y varias federaciones internacionales en el mundo del deporte y la recreación para personas con discapacidad, el principal problema que estas presentan es que, a la hora de acceder a espacios deportivos o de recreación, no cuentan con infraestructuras adecuadas para



facilitar el acceso, sumado a las barreras arquitectónicas y de comunicación, lo que conlleva que, generalmente, tengan que adaptarse a las instalaciones que utilizan aquellos que no tienen ningún tipo de discapacidad. Es evidente que, dentro de nuestro departamento y de nuestra ciudad, esto sucede así, sumando la falta de profesionales dedicados exclusivamente a la formación deportiva de estas personas, lo que hace muy limitada su participación en diferentes actividades deportivas.

### **Descripción del problema**

El principal problema que presentan las personas en condición de discapacidad es que a la hora de acceder a espacios deportivos o de recreación, generalmente son ellas quienes se tienen que adaptar a las instalaciones que utilizan las personas que no tienen ningún tipo de discapacidad.

Diversos condicionantes limitan la participación de las personas con discapacidad en las actividades deportivas; entre ellos: formación precaria de educadores y técnicos deportivos, escaso conocimiento por parte de la población, evitación, insolidaridad, falta de sensibilización, aunado a las actitudes de sus familias: desconocimiento de los beneficios que pueden aportar, miedos injustificados, falta de tiempo para acompañarlos en las instalaciones deportivas y la inexistencia de una metodología de trabajo en red y ausencia de mecanismos de coordinación institucional.

Las instituciones podrían enriquecer el proceso de socialización al introducir valores de carácter más colectivo, a través del contacto con otros grupos y espacios, con lo cual las personas con discapacidad podrían tener más oportunidades de acceder a la cultura, recreación, deporte y, a ocupar un tiempo libre que les permitiría una mayor posibilidad de habilitación y rehabilitación.

Se busca, entonces, crear un centro exclusivo, dedicado a la recreación y al deporte de personas en situación de discapacidad, en el cual se quiere generar inclusión social hacia esta parte de la población, creando espacios adaptados para su máxima comodidad, en los que puedan gozar de un servicio y formarse como deportistas paralímpicos de alto rendimiento, tener zonas de rehabilitación, juegos y parques adecuados a su condición, promoviendo independencia, seguridad y, tomando esta forma de rehabilitación como parte de su autosuperación y autorrealización como personas.

### **Fundamentación teórica**

El plan de negocios es una herramienta de gestión empresarial cuya elaboración ha venido tomando cada vez más relevancia para el emprendimiento de nuevos negocios o, para la ampliación de empresas existentes; se desarrolla a través de la realización de estudios como: de mercado, técnico, administrativo, financiero y ambiental.





El plan de negocios es un documento, escrito de manera clara, precisa y sencilla, que es el resultado de un proceso de planeación. Este plan de negocios sirve para guiar un negocio, porque muestra desde los objetivos que se quiere lograr hasta las actividades cotidianas que se desarrollará para alcanzarlos. (Weinberger, 2009, p. 33)

Esto demuestra que es importante plantear unos objetivos, para elaborar unas estrategias que permitan cumplirlos.

Desde el punto de vista de la discapacidad, es esencial tener en cuenta que, el problema principal no reside en la persona discapacitada, sino fuera de ella: en la sociedad, derivado de estructuras, prácticas y comportamientos que le impiden hacer uso de sus capacidades. En definitiva, la discapacidad es un concepto social.

### **Metodología**

Los aspectos metodológicos están enmarcados en un paradigma cuantitativo, con enfoque empírico analítico. El tipo de investigación fue descriptivo, con un método deductivo, a través de fuentes de información primaria y secundaria y, mediante la aplicación de encuestas a consumidores y entrevistas a la competencia, efectuadas en el municipio de Pasto.

Así, se logró recolectar información fundamental para el estudio de mercado que permitió determinar la oferta, la demanda, especialmente insatisfecha del mercado y, el precio para la prestación de los servicios.

### **Resultados**

A continuación, se presenta un avance de los datos más relevantes de los diferentes estudios que permiten llevar a cabo el proyecto, con la finalidad de que este sea factible. Para ello se hace un resumen de tres de los cinco estudios u objetivos del mismo, dando a conocer aspectos tales como mercado objetivo, competencia existente, posible demanda y alcance; así mismo, se anuncia la localización óptima del proyecto, el tamaño, la ingeniería y, por último, aspectos de carácter administrativo como el desarrollo de estrategias corporativas y la realización de una planeación empresarial con la creación de una misión, una visión y las políticas empresariales.

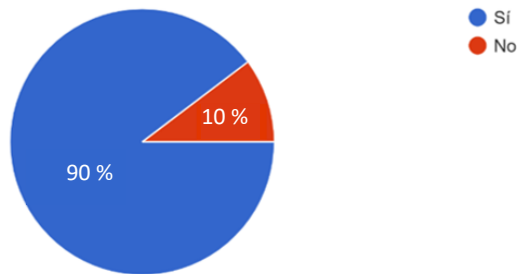
#### **Estudio de mercado**

Debido a los resultados de los respectivos instrumentos de recolección en los cuales se preguntó variables como el género, la edad, tipo de discapacidad, entre otras, se pudo identificar la competencia y determinar mercados objetivos, demanda, oferta, precio y canales de distribución de los servicios, con el fin de poder introducir el proyecto de la mejor manera en el mercado.

Los datos que se presenta a continuación, son un resumen de las respuestas más relevantes para la investigación, obtenidos gracias a la aplicación de instrumentos de recolección de información.

**Figura 1**

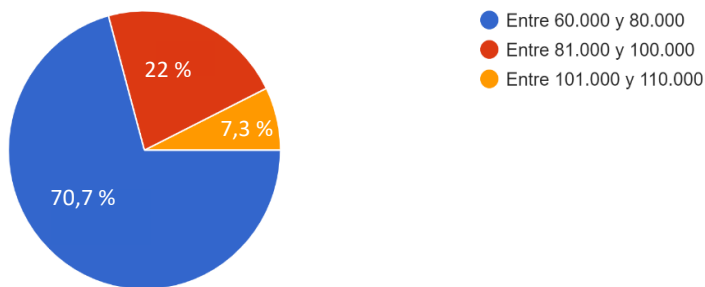
*Adquisición del servicio*



De las 340 personas encuestadas, un 90 %, equivalente a 305, contestaron que ven conveniente adquirir el servicio y, tan solo el 10 % contestó que no lo ve así.

**Figura 2**

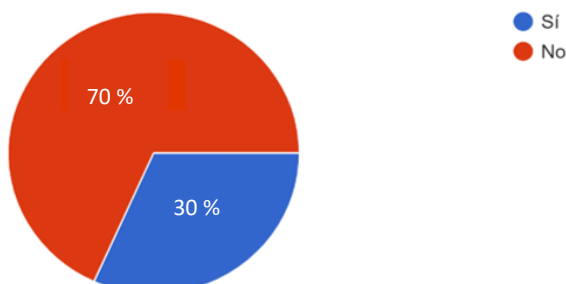
*Precio a pagar*



Se debe analizar que el 70,7 % de los encuestados pagaría entre 60.000 y 80 mil pesos de mensualidad en el centro, por el uso de los servicios prestados, sin contar el precio de matrícula o inscripción; un 22 % estaría dispuesto a pagar entre 81.000 y 100.000 y, solo un 7,3 % pagaría más de 100 mil pesos por mensualidad.

**Figura 3**

*Competencia existente*





El 70 % de los encuestados contestó que conocen la existencia de algún lugar especializado en la práctica deportiva de personas con discapacidad en la ciudad y, un 30 % no conoce alguno de estos centros.

Según los resultados de los instrumentos de recolección de información, se determinó como mercado objetivo, a la población en condición de discapacidad, en edades comprendidas entre los 5 y los 40 años, de estratos 1, 2 y 3 de la ciudad de San Juan de Pasto.

### **Demanda insatisfecha**

Después de haber obtenido las variables correspondientes, se puede calcular la demanda insatisfecha que resulta de obtener la diferencia entre oferta y demanda. Para este caso, la demanda insatisfecha proyectada para el año base corresponde al valor obtenido en la demanda estimada; es decir, 11 381 mensualidades, menos la oferta que se hace en promedio en la región; esto es, 4 220, así:

**Demanda insatisfecha** = demanda estimada - Oferta promedio

**Demanda insatisfecha** = 11 381 - 4220

**Demanda insatisfecha** = 7 161 mensualidades

### **Estrategias de márketing mix**

A continuación, se resalta las estrategias de márketing mix que tienen que ver con el producto, precio, plaza y promoción ideales para llevar a cabo la prestación de servicios.

#### **Producto**

- Manejar escuelas de formación deportiva paralímpica, entre las cuales estén disciplinas como: natación, atletismo, tenis de mesa, bochas, paraciclismo y baloncesto, con el fin de que los usuarios logren, a través del deporte, cierta autosuperación y autorrealización y sigan con su proceso de inclusión social.
- Ampliar el portafolio de servicios, con servicios sustitutos que permitan ir de la mano con el servicio principal, facilitando que el usuario complemente su formación con alguna de estas actividades: psicología, parques adaptados, terapia y rehabilitación.
- Realizar actividades inclusivas y recreativas para personas con cualquier tipo de discapacidad.
- Implementar tecnología de punta como el manejo de robótica y realidad virtual en la prestación del servicio, tanto principal como complementario, para una mejor adaptación y experiencia del usuario.

#### **Precio**

De acuerdo con las variables de la encuesta, se determinó las siguientes estrategias de precio:

- Cobrar en la inscripción, un valor menor al que se pagará en las respectivas mensualidades, del servicio que el usuario escoja
- Realizar los pagos de las escuelas de formación deportiva de manera mensual, donde puede estar incluido el servicio complementario que necesite el usuario
- Prestar el servicio de parques adaptados para niños con discapacidad y el servicio de recreación y rumba terapia, en donde se cobrará por horas
- Implementar ofertas como descuentos en mensualidades para las personas que obtengan buenos resultados en torneos o competencias, beneficios para niños pertenecientes al Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y, regular precios según estratos, con un monto mínimo, entre otras.

### Plaza

- Ubicar el centro de recreación y deporte según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT, Alcaldía de Pasto, 2014). Dependiendo de la decisión y las necesidades del usuario, se ubicará dentro de la ciudad
- Cotizar lugares dentro de la ciudad, que tengan la capacidad de adaptación para llevar un proyecto de este tamaño
- Buscar una opción de algún lugar en la parte periférica de la ciudad, en donde se pueda adaptar el proyecto
- Adaptar al 100 % los espacios, para que sean totalmente adecuados para personas en condición de discapacidad, que les brinde un buen desempeño.

### Promoción

- En cuanto a máquetin promocional y de reconocimiento, se hará publicidad por redes, para lograr una mayor aceptación y posicionamiento en el mercado, dado que hoy en día es el medio de comunicación más utilizado, y uno de los canales publicitarios con mayor resultado
- Así mismo, se llevará estrategias de posventa utilizando las bases de datos, para un mayor seguimiento de los usuarios.

### Presentación de la marca:

#### Figura 4

*Logo y eslogan*





## **Estudio técnico**

Dentro del estudio técnico, se llevó a cabo el análisis del sector, la localización óptima, la matriz de localización y, el diagrama de flujo.

## **Análisis del sector**

En las dos últimas décadas hemos sido testigos de cómo el deporte paralímpico colombiano ha tenido un importante desarrollo tanto en la esfera deportiva competitiva, como en su visibilidad social. Esta situación se corresponde con las dinámicas del movimiento paralímpico internacional, las cuales han promovido una conciencia global sobre la participación en la actividad física y el deporte competitivo para las personas con discapacidad (Blauwet y Willick, 2012, como se cita en Ruiz, 2020, párr. 1).

## **Localización óptima**

### **Macrolocalización**

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018), el municipio de Pasto está ubicado al suroccidente del país, cerca de la frontera con Ecuador, en la subregión central de Nariño, conformada por 494 243 habitantes, con una extensión de 1 878 km<sup>2</sup>, representando el 5,40 % del total del departamento. Tiene 105 241 personas en la parte rural, 389 002 en la parte urbana y, entre ellos, según la clasificación por género, el 49 % corresponde a los hombres y un 51 % a las mujeres.

### **Microlocalización**

El proyecto está destinado a llevarse a cabo en la zona periférica de la ciudad de San Juan de Pasto, de acuerdo con el POT de la Alcaldía de Pasto (2014), el cual resalta que los equipamientos de bienestar social y de recreación y deporte estarán localizados, preferentemente, en las áreas definidas por las centralidades locales y corregimentales o, en las que determine el plan maestro de equipamientos o las Unidades de Planificación Rural.

**Tabla 1**

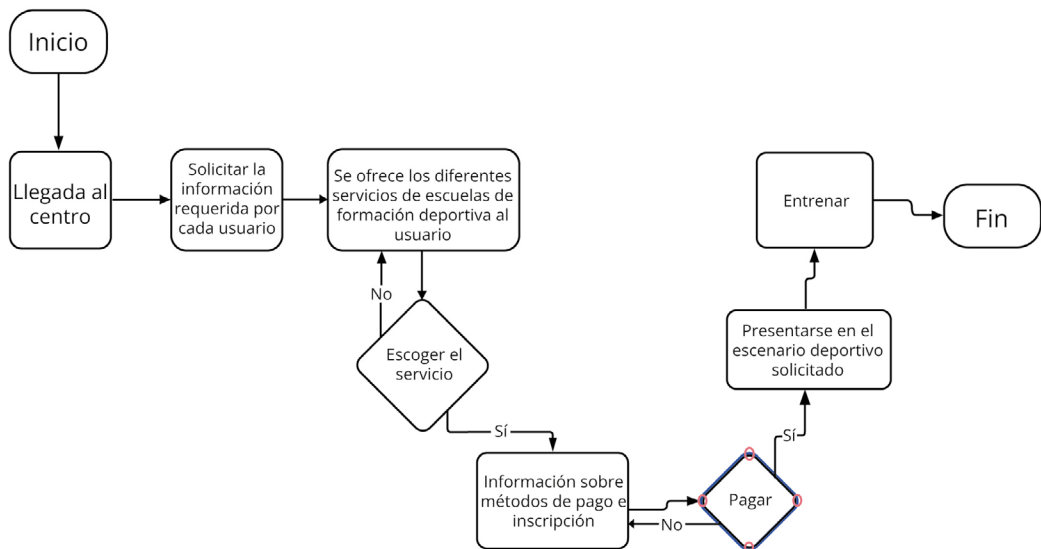
*Matriz de microlocalización*

| Matriz de microlocalización |          |            |     |              |     |             |      |
|-----------------------------|----------|------------|-----|--------------|-----|-------------|------|
| Variable                    | Peso     | Catambuco  |     | San Fernando |     | Cabrera     |      |
|                             |          | Cal.       | PxP | Cal.         | PxP | Cal.        | PxP  |
| Accesibilidad               | 0,20     | 8          | 1,6 | 7            | 1   | 5           | 1    |
| Seguridad                   | 0,15     | 6          | 0,9 | 5            | 0,8 | 4           | 0,6  |
| Precio del terreno          | 0,30     | 4          | 1,2 | 4            | 1,2 | 4           | 1,2  |
| Adaptación de espacios      | 0,35     | 6          | 2,1 | 5            | 1,8 | 7           | 2,45 |
| <b>Total</b>                | <b>1</b> | <b>5,8</b> |     | <b>5</b>     |     | <b>5,25</b> |      |

A continuación, se presenta el diagrama de flujo que llevan a cabo los usuarios del centro.

**Figura 5**

*Diagrama de flujo*



## Estudio administrativo y legal

### Tipo de Sociedad

Para el montaje de la empresa se determinó que la figura ideal sería la sociedad SAS Sociedad de Beneficio e Interés Colectivo (BIC); así, se determinó la razón social:



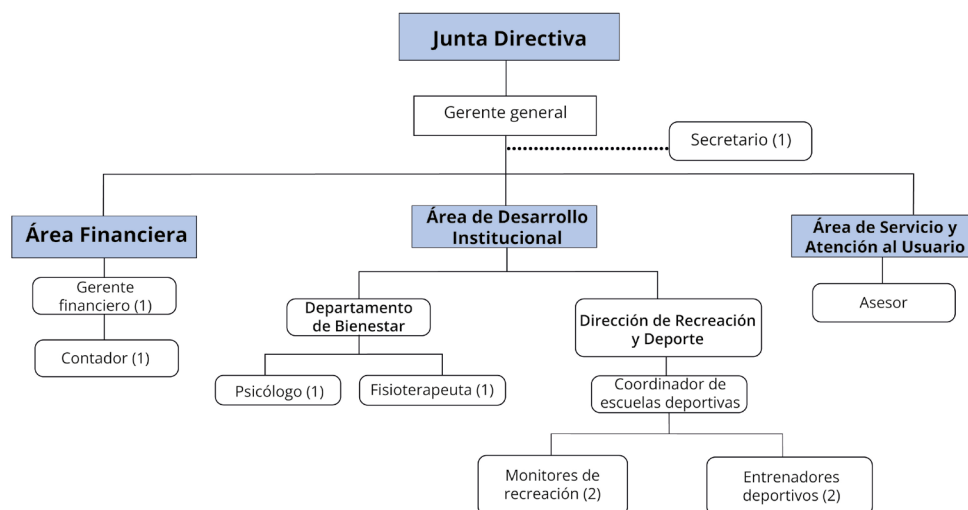
REDEDIS S.A.S BIC. Cabe resaltar que, según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (s.f.), las BIC son empresas que: adquieren bienes, contratan servicios de empresas de origen local o, pertenecen a mujeres y minorías. Además, dan preferencia en la celebración de contratos a los proveedores de bienes y servicios que implementen normas equitativas y ambientales.

### Filosofía corporativa

- **Misión:** Rededis S.A.S BIC, como empresa y centro deportivo dedicado a la formación y recreación deportiva para personas con discapacidad, utiliza el deporte y la tecnología como forma de rehabilitación, logrando así, en esta parte de la comunidad, autosuperación, autorrealización y el grado de inclusión social merecido.
- **Visión:** Para el año 2032, Rededis S.A.S BIC será una empresa reconocida a nivel regional como un centro de referencia para personas con discapacidad que quieran practicar o que ya practican algún deporte, destacándose por utilizar los mejores procesos y tecnología de punta, con presencia nacional, que se destaca por formar a los mejores deportistas paralímpicos, dándoles el espacio que se merecen.

**Figura 6**

*Organigrama*



### Políticas empresariales

**Política de calidad y atención al cliente.** Mantener un excelente nivel de calidad en los servicios prestados en el centro, reconociendo la satisfacción total de los usuarios, como el activo más importante dentro de la organización, y sinónimo de crecimiento para la misma, haciendo énfasis en la integración, inclusión social e impacto que tiene en esta parte de la comunidad, la actividad de la recreación y el deporte, garantizando así un grado de autorrealización y autosuperación en ellos.





## **Política de talento humano**

El centro de recreación y deporte garantizará la formación del usuario a través de profesionales altamente capacitados en el tratamiento y preparación de deportistas con discapacidad, ya que promueve mecanismos y espacios para la capacitación total del colaborador en cuanto al modelo de operación de la entidad, así como también, las funciones propias de un cargo en específico.

Rededis S.A.S BIC también ejecutará acciones y estrategias dirigidas a la inclusión en la toma de decisiones que involucren al colaborador, siempre y cuando se cumpla con los objetivos propuestos en la planeación, generando así un clima organizacional armónico.

## **Política de responsabilidad social empresarial**

Fomentar la inclusión social hacia las personas con discapacidad, por medio de actividades de recreación y deporte. Y, posicionar al centro como una empresa con estándares en sostenibilidad, que cuente a su vez con la capacidad de generar valor para las personas en condición de discapacidad y para todas las personas a su alrededor.

Así mismo, se integrará a la comunidad en condición de discapacidad, no solo como clientes sino también como colaboradores, accionistas, inversores y comunidad externa a la empresa, asumiendo el respectivo compromiso de inclusión social.

## **Conclusiones**

En el estudio de mercado se determinó que existe demanda potencial para adquirir el servicio, el cual no cuenta con competencia directa. Dentro de las estrategias de márketing se resalta la estrategia de plaza, en la cual se atiende la infraestructura y el lugar de ubicación.

En el estudio técnico se logró determinar la microlocalización ideal para la puesta en marcha del proyecto, estableciendo que este se puede implementar en las zonas aledañas al corregimiento de Catambuco.

Se puede afirmar que el tipo de sociedad BIC es el más óptimo para un proyecto como este, que busca generar un impacto positivo en la sociedad. Se instauró la estructura organizacional del centro de recreación y deporte y se concluyó que se requiere jefes para cada área y un gerente general, que ayuden e influyan en la toma de decisiones de una organización como esta, y se encarguen de la respectiva planeación, dirección, organización y control de su área.



## Referencias

- Alcaldía de Pasto. (2014). Plan de Ordenamiento Territorial. Pasto, territorio con-sentido 2014-2027. [https://www.pasto.gov.co/index.php/component/phocadownload/category/315planeacion-2015?download=6756:cartilla\\_pot\\_2014\\_2027\\_v1](https://www.pasto.gov.co/index.php/component/phocadownload/category/315planeacion-2015?download=6756:cartilla_pot_2014_2027_v1).
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190726-CNPV-presentacion-Narino-Pasto.pdf>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (s.f.). Sociedades BIC. Empresas con propósito. <https://www.mincit.gov.co/minindustria/sociedades-bic>
- Ruiz, S. (2020). El movimiento paralímpico en Colombia, importantes logros y grandes retos. <https://www.cpc.org.co/el-movimiento-paralimpico-en-colombia-importantes-logros-y-grandes-retos/>
- Weinberger, K. (2009). *Plan de negocios. Herramienta para evaluar la viabilidad de un negocio*. Nathan Associates Inc.

# Capítulo 11

## Empresa productora y comercializadora de Coconut, una bebida natural a base de agua de coco

Karen Lucía González Perdomo<sup>1</sup>

Ángela Carolina Moncayo Paz<sup>2</sup>

Karenth Lucía Pinza Pinza<sup>3</sup>

**Cítese como:** González-Perdomo, K. L., Moncayo-Paz, Á. C. y Pinza-Pinza, K. L. (2023). Empresa productora y comercializadora de Coconut, una bebida natural a base de agua de coco. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 125-136). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c341>

### Resumen

El proyecto se da a partir de analizar que hoy en día muchas personas no tienen el conocimiento y, por ende, carecen de los múltiples beneficios y virtudes con los que cuenta el agua de coco; además, se identifica que hay personas que tienen problemas de salud, los cuales pueden ser combatidos de alguna manera al tomar esta bebida. Igualmente, como una oportunidad de negocio, al convertirse en un proyecto a desarrollar, con el fin de contribuir a la salud de las personas y a la sociedad, por el impacto que puede generar.

Para el desarrollo de la investigación se planteó como objetivo general, realizar un plan de negocios para el montaje de una empresa productora y comercializadora de 'Coconut', una bebida natural a base de agua de coco en el municipio de Pasto, departamento de Nariño; de él se desprenden cinco objetivos específicos que contribuirán a lograrlo, que consisten en elaborar un estudio de mercado, técnico, diseñar los procesos administrativos, elaborar un estudio financiero para la empresa, con el fin de identificar la viabilidad y rentabilidad y un último, que permita analizar el impacto socioambiental.

*Palabras clave:* beneficios; natural; coco; estudio de mercado.

<sup>1</sup> Universidad Mariana. [kargonzalez@umariana.edu.co](mailto:kargonzalez@umariana.edu.co)

<sup>2</sup> Universidad Mariana. [angmoncayo@umariana.edu.co](mailto:angmoncayo@umariana.edu.co)

<sup>3</sup> Universidad Mariana. [kapinza@umariana.edu.co](mailto:kapinza@umariana.edu.co)



## **A production and marketing company of Coconut, a natural drink based on coconut water**

### **Abstract**

The project arises from the analysis that today many people do not know the multiple benefits and virtues of coconut water; it is identified that some of them have health problems, which can be fought in some way by taking this drink. This represents a business opportunity, as it becomes a project to be developed, to contribute to the health of people and society, due to the impact it can generate.

The general objective of the research was to develop a business plan for the establishment of a company that produces and markets 'Coconut', a natural drink based on coconut water in the municipality of Pasto, department of Nariño, supported by five specific objectives that will contribute to achieving it: develop a market study, a technical study, design the administrative processes, develop a financial study for the company to identify the viability and profitability, and analyze the socio-environmental impact.

*Keywords:* benefits; natural; coconut; market study.

## **Empresa que produz e comercializa o Coconut, uma bebida natural à base de água de coco**

### **Resumo**

O projeto surge da análise de que hoje muitas pessoas não conhecem os múltiplos benefícios e virtudes da água de coco; identifica-se que algumas têm problemas de saúde, que podem ser combatidos de alguma forma com a ingestão dessa bebida. Isso representa uma oportunidade de negócio, pois se torna um projeto a ser desenvolvido, para contribuir com a saúde das pessoas e da sociedade, devido ao impacto que pode gerar.

O objetivo geral da pesquisa era desenvolver um plano de negócios para a criação de uma empresa que produzisse e comercializasse 'Coconut', uma bebida natural à base de água de coco no município de Pasto, departamento de Nariño, com o apoio de cinco objetivos específicos que contribuiriam para alcançá-lo: desenvolver um estudo de mercado, um estudo técnico, projetar os processos administrativos, desenvolver um estudo financeiro para a empresa para identificar a viabilidade e a lucratividade, e analisar o impacto socioambiental.

*Palavras-chave:* benefícios; natural; coco; estudo de mercado.

### **Introducción**

El presente artículo da a conocer una propuesta de negocio para el montaje de una empresa comercializadora de una bebida natural a base de agua de coco en el municipio de Pasto. Se expresa con profundidad de qué trata y hacia dónde se quiere llegar con el proyecto y, qué tan beneficioso es 'Coconut'. Por ello, se ven reflejados los aspectos fundamentales y los factores que intervienen para llegar a plasmar la idea de negocio.



Además, se busca incentivar al consumo de esta bebida, ya que muchas personas no tienen conocimiento de sus beneficios; por lo tanto, esto puede resultar nuevo para ellos y, por ende, algo llamativo que no está presente en el departamento de Nariño.

Es importante mencionar que se toma como antecedentes, tres diferentes proyectos de investigación: una tesis nacional, otra regional y otra internacional. De igual forma, como referentes para desarrollar el marco teórico, se recurre a: Gabriel Baca Urbina, Idalberto Chiavenato y, Nassir Sapag y Reinaldo Sapag, entre otros, aunados a diferentes artículos y fuentes como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la Cámara de Comercio de Pasto y demás fuentes fundamentales para el desarrollo de la investigación.

## **Desarrollo**

### **Planteamiento del problema**

El proyecto de investigación se basa en una bebida natural a base de agua de coco, denominada ‘Coconut’, buscando tomar los beneficios que esta bebida otorga, para convertirlos en una bebida que se pueda combinar con otras sustancias naturales que brinden un refresco lleno de minerales, nutrientes, vitaminas y demás componentes que contribuyan al mejoramiento de la salud, dado que a diario se consume productos y bebidas procesados que hacen daño al organismo y, por ende, a la salud.

De acuerdo con Bettcher (como se cita en Organización Mundial de la Salud, OMS, 2016), “la ingesta de azúcares libres, entre ellos los contenidos en productos como las bebidas azucaradas, es uno de los principales factores que está dando lugar a un aumento de la obesidad y la diabetes en el mundo” (párr. 6). El nuevo informe de la OMS, según las encuestas nacionales sobre alimentación, expresa que la ingesta de alimentos y bebidas ricos en azúcares libres puede ser una fuente importante de calorías innecesarias, especialmente para los niños, los adolescentes y los adultos jóvenes.

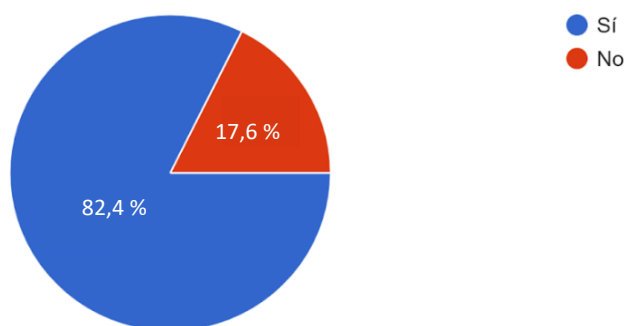
El informe también señala que determinados grupos poblacionales, entre ellos las personas con bajos ingresos, los jóvenes y las personas que suelen consumir alimentos y bebidas perjudiciales para la salud, son precisamente aquellos en quienes más pueden influir los cambios en los precios de las bebidas y los productos alimenticios; en consecuencia, los que pueden obtener más beneficios para la salud.

Se determina la población, para obtener la muestra y proceder a realizar las encuestas respectivas; para el proyecto, será de 209 222 personas en edad productiva, según el Plan Territorial de Salud de Pasto (Alcaldía de Pasto, 2020); se aplica la fórmula y se obtiene como resultado, una muestra de 384 encuestas a realizar, por lo cual se elabora dos encuestas: una para consumidores y otra para distribuidores. Las preguntas más representativas del proyecto son algunas de las dirigidas a los consumidores, como las que se muestra a continuación:



**Figura 1**

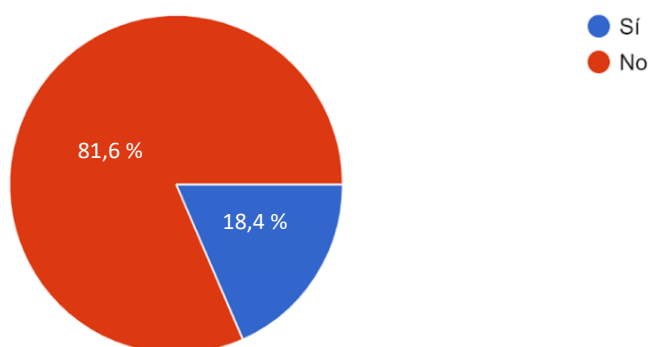
*Remplazo de la bebida que usualmente consumo*



De los encuestados, el 82,4 % afirma que estaría dispuesto a reemplazar las bebidas que usualmente consume, por una bebida natural a base de agua de coco, frente a un 17,6 % que asegura totalmente lo contrario. Cabe resaltar que estos encuestados consumen usualmente bebidas como: jugo, agua o bebidas hidratantes. Este alto porcentaje sugiere que se podría considerar positivo para la investigación, permitiendo identificar una gran aceptación para esta bebida en el mercado.

**Figura 2**

*Conocimiento de los beneficios de agua de coco*

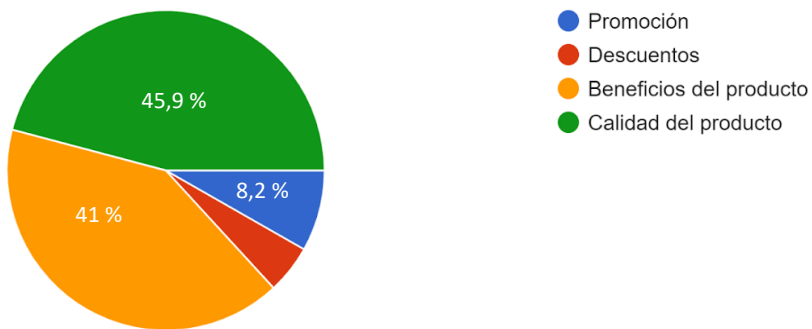


Un 81,6 %, que corresponde a la mayoría de las personas encuestadas, afirma que no conoce los beneficios del agua de coco, por lo que es pertinente desarrollar campañas publicitarias para promover e impulsar la bebida, dando a conocer cada uno de los beneficios que contiene, con el fin de que la conozcan y entiendan que existen productos que son una mejor alternativa para los que actualmente existen en el mercado. Conviene destacar que hay una gran variedad de bebidas refrescantes de todo tipo; actualmente se da una tendencia fuerte que está llegando a muchos países sobre lo saludable que es el consumo del agua de coco. Al respecto, Procomer (s.f.) expresa que, “a nivel global, el mercado de bebidas alternativas de agua, agua de coco y de maple, creció un 21 % en el 2016 a USD2.700 millones, de acuerdo con un reporte de la firma Zenith Global” (párr. 1), por lo que

se debe aprovechar el desconocimiento que tienen las personas en cuanto a los beneficios de consumir el agua de coco, para entrar al mercado y ofrecer la bebida.

**Figura 3**

*Beneficios para adquirir el producto*



En cuanto a los beneficios que los encuestados tienen en cuenta para adquirir el producto, predomina su calidad, con un 45,9 %, lo cual refleja la exigencia que hoy en día existe en este sentido. Se puede concluir que la prefieren, antes que descuentos y promociones; esto podría conducir a la idea de que no sería tan relevante el precio, si el producto posee un alto estándar de calidad. Por otra parte, se puede observar que los beneficios del producto también tienen un porcentaje significativo, con un 41 %. En cuanto a esta característica, Coconut tiene una gran ventaja, ya que los beneficios que puede ofrecer tomar esta bebida natural a base de agua de coco son múltiples.

Dentro de este estudio, además de determinar la aceptación de la bebida en el mercado, también se determina la proyección de la demanda y de la oferta, para así obtener la demanda insatisfecha y conocer el porcentaje que la empresa logra cumplir respecto a la misma, el cual es del 0,14 %

Por otra parte, se fija el segmento y público objetivo: jóvenes que se encuentren estudiando o trabajando, con un estilo de vida saludable o propensos a cambiar a este; de esto se desprenden las estrategias de márketing, entre las cuales se consideran más apropiadas, las de márketing digital; es decir, mercadeo realizado por medio de las redes sociales o páginas web, además de márketing con personas con influencia o personas reconocidas; también se pretende utilizar publicidad con medios ATL y BTL.

### Estudio Técnico

A partir del estudio técnico se determina el tamaño del proyecto, en el que se considera el porcentaje cumplido de la demanda insatisfecha y la capacidad productiva de las máquinas; para esto se acuerda que se producirán 14 400 unidades mensuales y 172 800 unidades anuales, en un periodo de tiempo de ocho horas, seis días a la semana, los doce meses del año; este trabajo será realizado por tres operarios y supervisado por un jefe de producción.





A partir de la matriz de microlocalización se determina que el municipio de Obonuco es el más apto para colocar la planta de producción, ya que cuenta con las condiciones necesarias para el proyecto. De la ingeniería del proyecto se determina la maquinaria requerida para llevar a cabo el proceso de producción.

**Figura 4**

*Maquinaria requerida*



De acuerdo con esto, se busca un terreno en el municipio de Obonuco para realizar la distribución física, el cual debe ser de 22,5 metros de ancho por 25 metros de largo.

### Estudio administrativo

De este estudio se determina la constitución de la empresa, Sociedad por Acción Simplificada S.A.S., considerando la más adecuada para la empresa; de igual forma, se identifica aspectos fundamentales del direccionamiento estratégico, como el logo, eslogan, misión, visión, objetivos, valores y políticas de calidad y corporativos.

**Figura 5***Logo*

**Misión:** Ser una empresa reconocida a nivel regional y nacional, primando la excelencia al brindar un producto de excelente calidad y precio, poniendo en práctica una gestión eficiente, competitiva y mejorando continuamente, para que nuestros clientes y consumidores se sientan satisfechos con nuestro producto. Por otra parte, encontrar alianzas estratégicas en todo el país, que nos permitan llegar a nuevos mercados, con la formación ideal del talento humano, el uso de los recursos tecnológicos necesarios y, primando la responsabilidad social y ambiental.

**Visión:** Ser una empresa líder a nivel nacional para el año 2030, en la producción y comercialización de una bebida natural a base de agua de coco, manteniendo los indicadores de calidad, siendo responsables con el medio ambiente y buscando expandir el mercado a nivel internacional.

### Valores corporativos

**Respeto:** el respeto en el ámbito de trabajo es un pilar fundamental dentro de todas las empresas, ya que es necesario en todas las áreas y equipos de trabajo, partiendo de que en todos los grupos de trabajo se encontrará cosas en común y diferencias. En Coconut, el respeto representa un papel importante, ya que le permite a cada persona reconocer y apreciar sus cualidades y debilidades y las de los demás, evitando así la tensión, discriminación, ofensas, violencia e irrespeto como medio de solución a conflictos. Así, se creará un ambiente de cordialidad.

**Integridad:** este valor tiene un gran grado de importancia en todos los niveles de empleo establecidos en la empresa. A través de ella las personas demuestran su ética tanto profesional como personal, la honestidad, el honor, la confianza y la veracidad. Con estos principios, el ambiente de trabajo será positivo y fomentará una comunicación asertiva.

**Lealtad:** a través de este valor corporativo se fomenta el compromiso, la fidelidad y la dedicación de los empleados para que todos estén alineados y trabajen en equipo en pro de alcanzar los objetivos y metas de la empresa. El objetivo de desarrollar la lealtad como un valor corporativo es que cada individuo tenga sentido de pertenencia e identidad con la empresa; esto disminuye la posibilidad de sentirse inconformes y evita rotación de personal de manera constante.



**Responsabilidad:** con ella se pretende cultivar un compromiso en pro de realizar todas las actividades de forma eficiente, para que cada individuo esté comprometido en cumplir con sus delegaciones y con dar lo mejor de sí en cuanto a sus actitudes y aptitudes, en aras de alcanzar los objetivos establecidos en la empresa; así se podrá generar confianza tanto interna como externamente.

**Trabajo en equipo:** es fundamental fomentar el trabajo en equipo dentro de la empresa, ya que esto mejora las relaciones interpersonales dentro de la misma y, también, mejorar la manera de solucionar problemas y situaciones de presión. Por otra parte, el trabajo en equipo genera eficiencia, permite obtener resultados en un tiempo más corto, desarrolla confianza y, crea un ambiente laboral sano.

**Políticas de calidad.** A continuación, se presenta las políticas de calidad de la empresa:

**Mejora continua.** La empresa Coconut se compromete a mantener la mejora continua de sus procesos y brindar un servicio satisfactorio a los clientes, haciendo un uso responsable y eficaz de los recursos y la materia prima.

**Responsabilidad social.** Contribuir con el desarrollo económico y empresarial de la región y el país, además de pretender hacer un buen manejo ambiental utilizando materia prima que contribuya con el medio ambiente, haciendo uso responsable del manejo de aguas y ubicando la planta de producción en un sitio adecuado para evitar la contaminación auditiva.

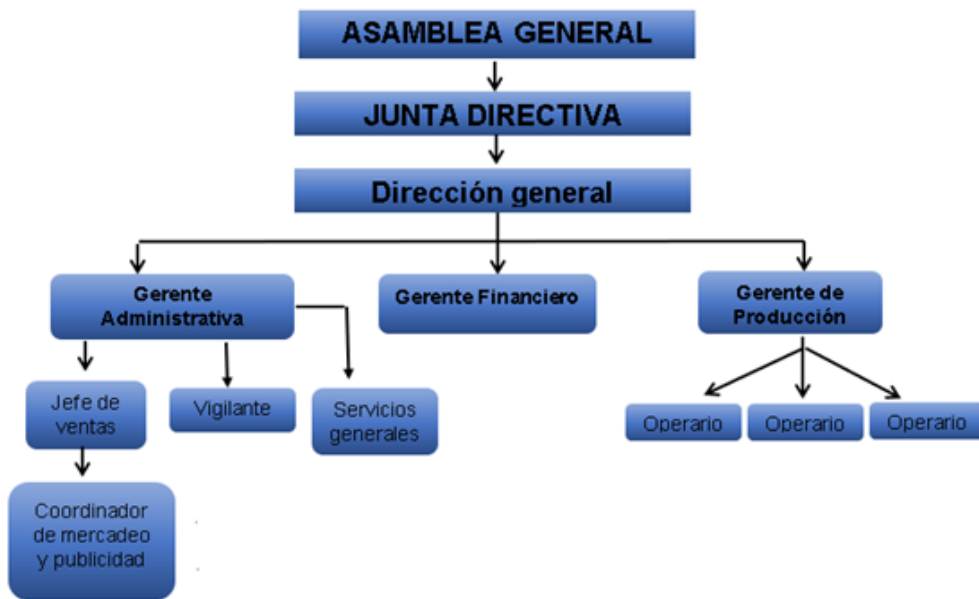
**Sistema de gestión de calidad.** Implementación de la Norma ISO 9001 (CTMA Consultores, 2017) para garantizar al cliente productos de excelente calidad y generar confiabilidad en los consumidores por medio de los buenos procesos manejados en la empresa.

### Objetivos de calidad

- Formar y capacitar talento humano calificado y competente
- Mejorar y controlar continuamente los procesos
- Optimizar la materia prima y los recursos
- Medir la calidad del producto en cuanto a sus nutrientes, sabor, presentación y precio.

**Figura 6**

*Organigrama y manual de funciones requerido para la empresa*



### Estudio económico financiero

En este estudio se determina el valor monetario de cada una de las inversiones requeridas, principalmente en activos fijos, que reúne el valor del terreno, maquinaria y equipo, equipo y comunicación y cómputo y, muebles y enseres, para un total de \$183.190.000 millones de pesos; de igual forma, se tiene en cuenta la inversión en otros activos, dentro de los que se considera la inversión para la constitución de la empresa, gastos de instalación y adecuación, entre otros, por un valor de \$784.100 pesos.

Por otra parte, se considera el valor de la inversión en capital de trabajo, teniendo en cuenta la inversión en materia prima, la cual es de 41.760.000 mensuales, multiplicando el valor unitario que es 2.900 por las unidades a producir, que son 14.400 unidades mensuales; la inversión en mano de obra tanto directa como administrativa, en donde se atiende la nómina del gerente administrativo, de ventas, financiero y el mercadólogo, vigilante y la persona encargada de servicios generales y los costos indirectos de fabricación, donde se considera el salario del jefe de producción y el valor de servicios públicos, aseo e internet, para un total de \$66.331.910 millones de pesos, para una inversión total de \$272.036.010 millones de pesos; de acuerdo con ello, se tendrá el aporte de tres socios de un valor de \$57.345.337 millones cada uno, para un total de \$172.036.010 millones y, también, la financiación de dicha inversión con un crédito por un valor de \$100.000.000 millones de pesos.

Posteriormente, se procede a calcular los costos y gastos y se determina con ello cada uno de los estados financieros; se determina el precio de venta, el cual será de



\$5.300 de acuerdo con el costo unitario que es \$3.607 y el margen de contribución del 32 % para determinar el ingreso para el primer año y luego proyectarlo a cinco años. Con estos cálculos realizados se procede a determinar la viabilidad del proyecto por medio de los indicadores financieros.

### **Valor presente neto**

De acuerdo con el cálculo realizado a través de la fórmula, el valor presente neto del proyecto es de \$135.050.328, lo cual significa que el proyecto es aceptable, concluyendo que, al ser positivo, es factible realizar la inversión, ya que el monto invertido es superior a la tasa de oportunidad.

### **Tasa interna de retorno**

Según el cálculo realizado, la tasa interna de retorno es del 29,41 % lo cual significa que el proyecto es aceptable, dado que la rentabilidad es mayor que la rentabilidad mínima requerida.

### **Tasa de verdadera rentabilidad**

De acuerdo con este resultado, el 17,43 % de la inversión es efectuable, ya que este indicador es superior a la rentabilidad que exige la inversión. Teniendo en cuenta el valor positivo de cada uno de los indicadores, se concluye que el proyecto es totalmente rentable y evidencia una viabilidad favorable.

### **Estudio socioambiental**

Uno de los objetivos principales del impacto socioambiental de este proyecto es apoyar con el cambio que se ha venido realizando en el municipio de Tumaco, al transformar los cultivos ilícitos que desde hace años han afectado a esta población por el cultivo de coca, el narcotráfico y la presencia de actores armados; por esta razón, se ha puesto en marcha medidas derivadas del acuerdo de paz con las FARC y, contribuir con la población y el medio ambiente, evitando, minimizando o compensando lo que pueden llegar a perjudicar estos cultivos.

De acuerdo con el plan de desarrollo municipal de Tumaco 2017-2019 (Alcaldía Distrital de Tumaco, 2018), existen 281 municipios que se encuentran en vulnerabilidad mayor por el postconflicto; uno de ellos es Tumaco; por esto, se debe actuar lo antes posible, para generar un cambio positivo en esta comunidad. Los líderes ambientales y sociales de Tumaco buscan sustituir estos cultivos por cultivos tradicionales como el coco, cacao, plátano y frutas, que son amigables con el medio ambiente y contribuyen a recuperar la tierra afectada por la deforestación y la fumigación con glifosato, haciendo un uso responsable de agroquímicos y conservando los recursos naturales.



## Conclusiones

La implementación de una empresa en el municipio de San Juan de Pasto, que se dedique a la producción y comercialización de agua de coco denominada 'Coconut', acorde con los resultados del estudio de factibilidad, dan una respuesta favorable a su implementación.

A través del estudio de mercado se observa que las personas no tienen conocimiento alguno del agua de coco, por lo cual, al conocer estos beneficios, estarían dispuestas a cambiar su bebida cotidiana por 'Coconut'.

Desde el concepto del estudio técnico se puede identificar la viabilidad para la implementación de la nueva unidad de negocios, orientada a abastecer una mínima parte del mercado insatisfecho (0,14 %), convirtiéndose en un factor clave para posibles ampliaciones de la empresa objeto de estudio. La localización es otra variable que arroja resultados positivos, por cuanto el sector definido es propicio para este tipo de unidades productivas.

Dentro de nuestro estudio administrativo determinamos que será una empresa S.A.S, por la forma como está constituida: tres socios. Se establece las funciones y responsabilidades, además de describir y diseñar la cultura organizacional, lo cual nos ha permitido una mayor claridad en cuanto a las características de nuestra organización.

La implementación de la empresa dedicada a la producción y comercialización de una bebida natural a base de agua de coco, desde el punto de vista económico, es viable, siendo que la inversión, en un escenario de cinco años será recuperada y generará una utilidad expresada en el valor presente neto por valor de \$135.050.328, lo cual significa que el proyecto es aceptado económicamente. Una vez aplicados los respectivos valores, se encontró que la TIR es igual a 29,41 % que, de acuerdo con los criterios de decisión, por ser mayor que la tasa de oportunidad (13 %), el proyecto se considera aceptado desde el punto de vista económico, debido a que la inversión en la empresa de una bebida natural a base de agua de coco generará una mayor rentabilidad a la que los inversionistas encuentran en el mercado.



## Referencias

- Alcaldía de Pasto. (2020). *Plan territorial de salud, municipio de Pasto 2020-2023. Plan de desarrollo. Pasto la gran capital 2020-2023*. Alcaldía de Pasto.
- Alcaldía Distrital de Tumaco. (2018). Plan de Desarrollo Municipal 2017-2019. [http://www.tumaco-narino.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-municipal-20172019\\_001\\_r](http://www.tumaco-narino.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-municipal-20172019_001_r)
- Baca, G. (2010). *Evaluación de proyectos* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Chiavenato, I. (2017). *Planeación estratégica, fundamentos y aplicaciones* (3.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- CTMA Consultores. (2017). Todo lo que debes saber sobre la norma ISO 9001. <https://ctmaconsultores.com/todosobrenormaiso9001/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20Norma%20ISO,ISO%2014001%20de%20gesti%C3%B3n%20ambiental>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). La OMS recomienda aplicar medidas en todo el mundo para reducir el consumo de bebidas azucaradas y sus consecuencias para la salud. <https://www.who.int/es/news/item/11-10-2016-who-urges-global-action-to-curtail-consumption-and-health-impacts-of-sugary-drinks#:~:text=Douglas%20Bettcher%2C%20Director%20del%20Departamento,la%20diabetes%20en%20el%20mundo>.
- Procomer. (s.f.). El agua de coco, la última tendencia en comida saludable. <https://www.legiscomex.com/Documentos/agua-coco-tendencia-comida-saludable-may-2-17-16not>
- Sapag, N. y Sapag, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos* (5.ª ed.). McGraw Hill Interamericana S.A.



# Capítulo 12

## Evaluación del nailon tensado como alternativa no convencional en elementos estructurales

Luis Sebastián Acosta Regalado<sup>1</sup>  
Alexander Steeven Bethancourt Díaz<sup>2</sup>  
Britany Esneidan Chamorro Galarza<sup>3</sup>

**Cítese como:** Acosta Regalado, L. S., Bethancourt-Díaz, A. S. y Chamorro-Galarza, B. E. (2023). Evaluación del nailon tensado como alternativa no convencional en elementos estructurales. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 137-146). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c342>

### Resumen

El uso del nailon tensado como un refuerzo dentro de las mezclas de concreto busca optimizar distintos aspectos, como: ambientales, económicos y también factores estructurales para mejorar la resistencia de los elementos que soportan las estructuras. El proyecto de investigación tiene como objetivo, evaluar el comportamiento a tensión indirecta de elementos de concreto reforzado con nailon tensado, implementando el principio de concreto presforzado que conlleva eliminar esfuerzos de tensión en el concreto; esto se realiza mediante la introducción de esfuerzos artificiales de compresión antes de la aplicación de cargas externas, superpuestas, permanentes, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio, la escasa o nula fisuración que posibilita que los elementos sometidos a esfuerzos de compresión trabajen íntegramente bajo la hipótesis de carga y, por tanto, aligeramiento de la estructura. Se espera que este proyecto de investigación permita crear una nueva alternativa de refuerzo para elementos estructurales; de esta manera, disminuir los efectos y riesgos producidos por estructuras de concreto armado a los que se ven expuestas las personas.

*Palabras clave:* nailon; presfuerzo; pretensado; concreto; acero.

<sup>1</sup> Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Mariana. Correo: luisse.acosta@umariana.edu.co

<sup>2</sup> Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Mariana. Correo: steevenae.betancourth@umariana.edu.co

<sup>3</sup> Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Mariana. Correo: britanyes.chamorro@umariana.edu.co



## **Evaluation of tensioned nylon as a non-conventional alternative in structural elements**

### **Abstract**

The use of tensioned nylon as a reinforcement in concrete mixes seeks to optimize environmental, economic, and structural factors to improve the strength of the elements that support the structures. The objective of the research project is to evaluate the indirect tension behavior of concrete elements reinforced with tensioned nylon, implementing the principle of prestressed concrete that involves eliminating tension stresses in the concrete, by introducing artificial compressive stresses before the application of external, superimposed, permanent loads, to improve its behavior and resistance under service conditions and the little or no cracking that allows the elements subjected to compressive stresses to work completely under the load hypothesis and, therefore, lightening the structure. It is expected to create a new reinforcement alternative for structural elements and thus, reduce the effects and risks produced by reinforced concrete structures to which people are exposed.

*Keywords:* nylon; prestressed; concrete; steel.

## **Avaliação do náilon tensionado como uma alternativa não convencional em elementos estruturais**

### **Resumo**

O uso do náilon tensionado como reforço em misturas de concreto busca otimizar fatores ambientais, econômicos e estruturais para melhorar a resistência dos elementos que sustentam as estruturas. O objetivo do projeto de pesquisa é avaliar o comportamento de tensão indireta de elementos de concreto reforçados com nylon tensionado, implementando o princípio do concreto protendido que envolve a eliminação de tensões de tração no concreto, introduzindo tensões compressivas artificiais antes da aplicação de cargas externas, sobrepostas e permanentes, para melhorar seu comportamento e resistência em condições de serviço e a pouca ou nenhuma fissuração que permite que os elementos submetidos a tensões compressivas trabalhem completamente sob a hipótese de carga e, portanto, aliviando a estrutura. Espera-se criar uma nova alternativa de reforço para elementos estruturais e, assim, reduzir os efeitos e os riscos produzidos pelas estruturas de concreto armado às quais as pessoas estão expostas.

*Palavras-chave:* nylon; protendido; concreto; aço.

### **Introducción**

El principio de concreto presforzado permite que el concreto incremente su capacidad carga a flexión antes de la aplicación de cargas externas y superpuestas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio. Algunas ventajas importantes del concreto presforzado son: su uso se



da, principalmente en estructuras impermeables o expuestas a agentes agresivos (Alcon-Aranda, 2009). Sin embargo, hay muy poca o nula posibilidad de fisuración en este tipo de elementos, que tienen aplicados principios de presforzado, ya que cuando están sometidos a compresión, trabajan íntegramente bajo las condiciones de carga, lo cual consigue reducir considerablemente las dimensiones de los elementos y, por tanto, el aligeramiento de la estructura, conllevando una reducción de la masa dinámica, presupuesto y niveles en los esfuerzos de diseño.

En efecto, el concreto presforzado tiene algunas desventajas respecto al concreto armado, aunque es importante referir que en general, no minora su importancia y uso extendido en la construcción (Alcon-Aranda, 2009). Entre las desventajas está que, para su fabricación se requiere equipos e instalaciones especiales, materiales (acero y concreto) de altas prestaciones que tienen costos elevados y, personal calificado en el proceso de construcción y montaje; no obstante, al igual que el concreto armado, el concreto presforzado hace necesaria la consideración de elevados procesos de control de calidad, tanto en el proceso de producción como en el de la puesta en obra.

El uso del nailon tensado como un refuerzo dentro de las mezclas de concreto busca mejorar aspectos tanto ambientales como económicos y estructurales, con el fin de aumentar la resistencia y disminuir las dimensiones y cantidad de materiales de los elementos que transmiten las fuerzas de las estructuras, para hacer que estos sean más económicos constructivamente. El proyecto de investigación tiene como objetivo, evaluar el comportamiento a flexión de elementos de concreto reforzado con torones de nailon tensado, implementando así el principio de concreto presforzado; estas técnicas de reforzamiento estructural tienen como finalidad, aumentar la capacidad de carga de la estructura.

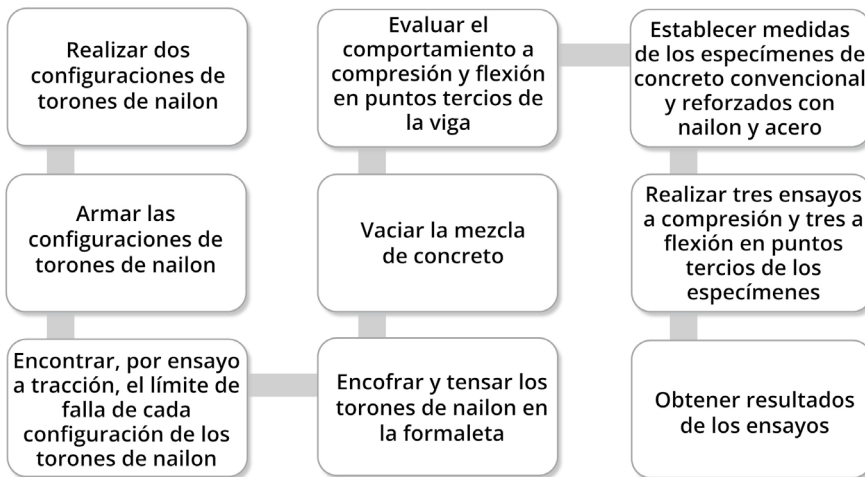
Bajo este escenario, se busca crear una alternativa de refuerzo con la utilización de nailon tensado en elementos estructurales, ya que es una propuesta para profundizar en otro tipo de métodos para la construcción de estructuras de concreto pretensado. Aquí, el material en efecto es el nailon, que se caracteriza por ser heterogéneo, con una condensación de polímeros, que es poco usado ya que muchas veces no se tiene en cuenta su alta durabilidad, resistencia mecánica, dureza, rigidez, buena tenacidad y fuerte capacidad de amortiguación mecánica.



## Metodología

**Figura 1**

*Actividades para desarrollar*



Fuente: elaboración propia

### Descripción de metodología

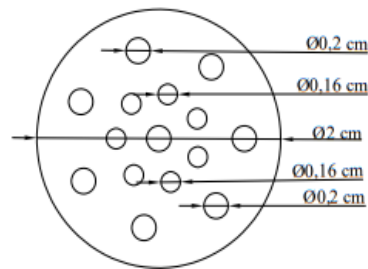
Para la realización y ejecución de torones se determinó el uso de un tipo de nailon llamado Truper con un diámetro de 2 mm y otro llamado Discovery con un diámetro de 1.6 mm.

**Figura 2**

*Nailon de 1.6 mm y 2 mm*



Con la ayuda de probetas de aluminio de 2 cm se realizará dos configuraciones, ambas conformadas por un alma de 2 mm. Sin embargo, la primera configuración tendrá un total de siete agujeros externos de diámetro 2 mm y siete agujeros interiores de 1,6 mm.

**Figura 3***Configuración de torón de nailon*

La Figura 3 muestra el diseño de la configuración del torón de nailon con siete alambres externos de 2 mm, siete internos de 1.6 mm y un alma de 2 mm. Para la ejecución de las probetas se hace uso de maquinaria como una pulidora; así, se logra el corte del material a una longitud de 2 cm; posteriormente se pule y retira material sobrante consecuente al corte realizado. Una vez lista la probeta con ayuda del taladro mecánico se procede a realizar las perforaciones correspondientes a la configuración ya establecida, a una velocidad de dos revoluciones por minuto, con brocas de diámetros de 0.02 cm para perforación externas y de 0.016 cm para la parte interna de la probeta.

**Figura 4***Corte y emparejamiento de las probetas de aluminio*



**Figura 5**

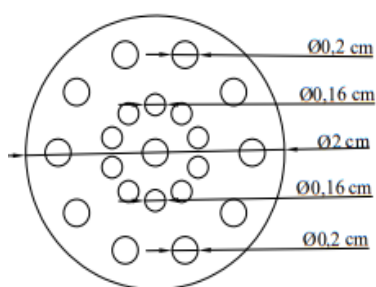
*Perforación de probeta de siete exteriores, siete internos y un alma*



Para la segunda configuración se tendrá en cuenta que diez serán los agujeros externos con un diámetro de 2 mm, y diez agujeros internos de 1.6 mm.

**Figura 6**

*Configuración 2 de torón de nailon*



La Figura 6 muestra el diseño de la configuración de torón de nailon con diez alambres exteriores de 2 mm, diez internos de 1.6 mm y un alma de 2 mm.

**Figura 7**

*Perforación de probeta de diez exteriores, diez internos y un alma*



El siguiente paso para realizar es seccionar, fibra por fibra, a una longitud de 52 cm correspondientes al espécimen a ensayar logrando, con la ayuda de configuración de los cilindros de aluminio, la forma de los cables.

### Figura 8

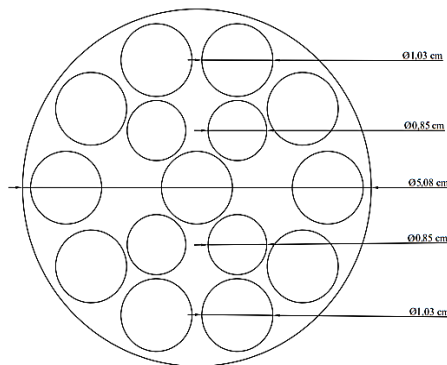
*Elaboración de la configuración del torón*



Cuando se obtiene el número de cables, es necesario trenzarlos para formar un torón; este estaría listo para analizar el comportamiento a tracción del nailon trenzado en torones. Una vez configurados los torones de nailon, los sometemos a ensayo de tracción adaptado a la norma NTC 2289 en la máquina para determinar su límite de fallo.

### Figura 9

*Configuración del cable que irá en la formaleta para tensar los torones*



### Diseño de formaletas en 2d y 3d

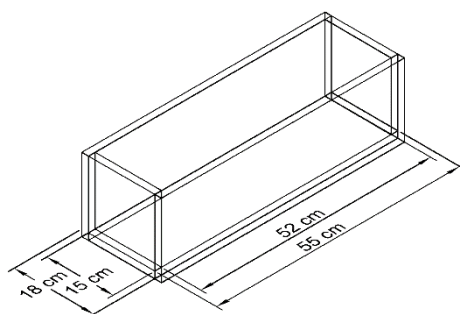
Para elaborar el diseño de las formaletas se hará uso del software denominado AutoCAD, el cual permitirá tener una observación clara del producto esperado; para este caso, se lo realiza con las dimensiones necesarias para la viga requerida; aquí también se podrá configurar los torones de nailon en la parte lateral de las formaletas; la ventaja de este programa es que permite observar el diseño en un modelo 2D y 3D.





**Figura 10**

*Diseño de formaleta en AutoCAD*



### **Fabricación de formaletas en madera**

Las formaletas son fabricadas en madera después de realizar el diseño correspondiente con sus medidas, según la norma. Para el armado se usa tornillos de 2.5 pulgadas y taladro para darles forma.

**Figura 11**

*Corte y armado de formaletas*



Una vez determinado el diseño, se procede a insertar torones por la configuración requerida y se tensa asegurándolos de la parte contraria, con seguros para válvulas.

**Figura 12**

*Seguros y chavetas de acero para asegurar los torones en la formaleta*





Con ayuda del gato hidráulico utilizado para ensayos a placa, se realiza la tensión de los cables; el manómetro con el que se cuenta permite determinar la presión requerida en el cable, una vez realizados los ensayos a tracción del material.

**Figura 13**

*Gato hidráulico de ensayo de placas*



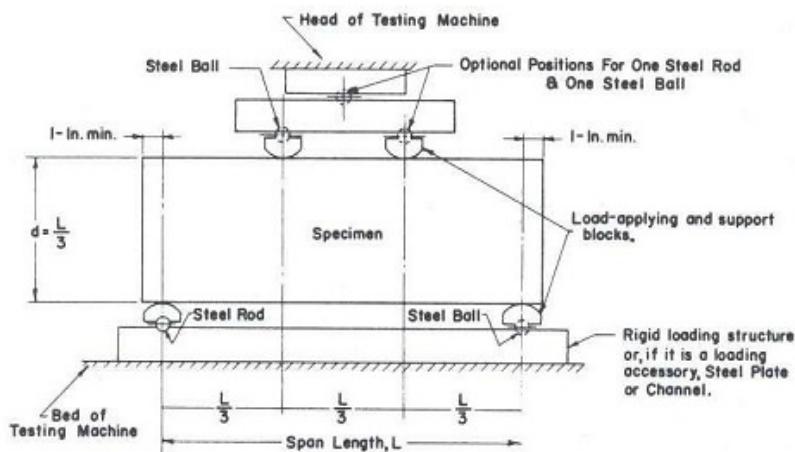
Fuente: Adatec S. A. Metrología (2015).

Luego se realiza el diseño de mezcla para una resistencia que deberá soportar la viga de concreto; los torones son tensados antes de fundir. Al día siguiente, se desencofra, se continúa con el proceso de fraguado y se espera un lapso de 28 días para terminar el curado.

Una vez alcanzado el tiempo de curado, se somete el espécimen (viga pretensada) al ensayo de flexión, aplicando la carga en los puntos tercios como mejor posición. Se realiza lo mismo para el concreto reforzado con varillas de refuerzo convencional y se compara los resultados.

**Figura 14**

*Ensayo de flexión*



Fuente: D'Amico (2012).



## Conclusiones

La elaboración del concreto con diferentes materiales no convencionales como son los escombros de construcción, los plásticos P molido, ET y el vidrio, genera una viabilidad y aumento de las propiedades mecánicas requeridas para una mezcla de concreto.

Con los agregados no convencionales se puede demostrar que, al reutilizarlos en un porcentaje adecuado en una mezcla de concreto, estos pueden influir y optimizar las propiedades del concreto y así también, mitigar los impactos ambientales.

El nailon pretensado sería un método para ayudar al refuerzo de la estructura y, a su vez, ahorraría material y disminuiría su peso.

## Referencias

Adatec S. A. Metrología. (2015). Conjunto de ensayo de placa 300 a 700 mm de diámetro. <http://www.adatec.co.cr/route.php?url=setsdeensayosdeplatosde300a760mmdia>

Alcon-Aranda, M. W. (2009). *Evaluación del proceso de fabricación y aplicación de viguetas pretensadas en estructuras* [Tesis Doctoral, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7465>

D'Amico, A. (2012). Concreto reforzado con fibras y concreto lanzado: nuevos métodos de ensaye. *Construcción y tecnología en concreto*, 28-30.

# Capítulo 13

## Mezclas asfálticas tibias implementando aceite crudo de palma

Ana Gabriela Moncayo Obando<sup>1</sup>  
Cristian Roberto Pantoja Montero<sup>2</sup>

**Cítese como:** Moncayo-Obando, A. G. y Pantoja-Montero, C. R. (2023). Mezclas asfálticas tibias implementado aceite crudo de palma. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 147-154). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c343>

### Resumen

El propósito principal de modificar el asfalto base mediante el uso de aceite crudo de palma es el de transformar la viscosidad del asfalto y fabricar una mezcla asfáltica tibia, establecer su desempeño en laboratorio, reducir su costo de producción y compactación, al igual que los gases efecto invernadero y, con ello, la contaminación ambiental y, comparar la nueva mezcla asfáltica con las mezclas asfálticas en caliente. El trabajo de laboratorio inicia con la caracterización de los materiales a utilizar (asfalto base, agregados), continuando con la identificación del porcentaje exacto de aceite crudo de palma que sirva para modificar el asfalto sin perder sus características. Una vez modificado el asfalto, se continúa con la fabricación de la mezcla asfáltica tibia, combinando asfalto modificado y demás agregados. Se espera producir una nueva mezcla asfáltica tibia que cumpla con todas las especificaciones de las Normas INVÍAS y que permita disminuir la viscosidad junto a la misma temperatura de producción; de esta manera se pretende alcanzar una gran ventaja técnica, económica y ambiental sobre las mezclas asfálticas en caliente.

**Palabras clave:** mezclas asfálticas tibias; asfalto modificado; aceite crudo de palma; viscosidad; temperatura.

### Warm asphalt mixes implementing crude palm oil

### Abstract

The main purpose of modifying the asphalt base by using crude palm oil is to transform the viscosity of the asphalt and manufacture a warm asphalt mix,

<sup>1</sup> Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Mariana. Correo: [anaga.moncayo@umariana.edu.co](mailto:anaga.moncayo@umariana.edu.co)

<sup>2</sup> Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Mariana. Correo: [cristianro.montero@umariana.edu.co](mailto:cristianro.montero@umariana.edu.co)



establish its performance in the laboratory, reduce its production and compaction cost, as well as greenhouse gases and thus environmental contamination, and compare the new asphalt mix with hot asphalt mixes. The laboratory work begins with the characterization of the materials to be used (base asphalt, aggregates), continuing with the identification of the exact percentage of crude palm oil that can be used to modify the asphalt without losing its characteristics. Once the asphalt has been modified, the manufacturing of the warm asphalt mix continues, combining modified asphalt and other aggregates. It is expected to produce a new warm asphalt mix that complies with all the specifications of the INVÍAS Standards and that allows reducing the viscosity at the same production temperature; in this way, it is expected to achieve a great technical, economic, and environmental advantage over hot asphalt mixes.

*Keywords:* warm asphalt mixes; modified asphalt; crude palm oil; viscosity; temperature.

### **Misturas asfálticas quentes que utilizam óleo de palma bruto**

#### **Resumo**

O principal objetivo de modificar a base asfáltica usando óleo de palma bruto é transformar a viscosidade do asfalto e fabricar uma mistura asfáltica quente, estabelecer seu desempenho em laboratório, reduzir seu custo de produção e compactação, bem como os gases de efeito estufa e, portanto, a contaminação ambiental, e comparar a nova mistura asfáltica com misturas asfálticas quentes. O trabalho de laboratório começa com a caracterização dos materiais a serem usados (asfalto de base, agregados), continuando com a identificação da porcentagem exata de óleo de palma bruto que pode ser usada para modificar o asfalto sem perder suas características. Uma vez que o asfalto tenha sido modificado, a fabricação da mistura de asfalto quente continua, combinando o asfalto modificado e outros agregados. Espera-se produzir uma nova mistura de asfalto quente que cumpra todas as especificações das Normas INVÍAS e que permita reduzir a viscosidade na mesma temperatura de produção; dessa forma, espera-se obter uma grande vantagem técnica, econômica e ambiental em relação às misturas de asfalto quente.

*Palavras-chave:* misturas de asfalto quente; asfalto modificado; óleo de palma bruto; viscosidade; temperatura.

#### **Introducción**

Las carreteras tienen un impacto negativo en el medio ambiente, al estar elaboradas con mezclas asfálticas calientes (MAC). Como ya es conocido, las mezclas calientes generan gran consumo de combustibles fósiles, lo cual produce el aumento de los costos de fabricación y un elevado porcentaje de gases contaminantes en la atmósfera. A partir de esto, Fedepalma (como se cita en Sanabria, 2016) menciona que desde hace muchos años, la industria de pavimentos a nivel mundial ha



desarrollado técnicas que permiten disminuir las temperaturas de mezclado y aplicación de las mezclas asfálticas, lo que resulta en menores emisiones de gases contaminantes, razón por la cual se busca minimizar los impactos negativos, presentando las mezclas asfálticas tibias al implementar el aceite crudo de palma (ACP), sin descuidar que, tanto las características de la nueva mezcla como su comportamiento, sean iguales o superiores a las mezclas asfálticas convencionales.

En el caso del aditivo seleccionado podemos mencionar que “la mezcla asfáltica ecológica con aditivo que es el ACP, tiene capacidades de adherencia, durabilidad y ahorro de producción mucho mayores que los asfaltos convencionales mezclados con petroquímicos” (Universidad Nacional de Colombia, 2016, párr. 1).

Este proyecto tiene su origen en una investigación previamente realizada en la Universidad Nacional de Colombia, en donde se adelantó algunos aspectos, pero sin resultados convencionales, por lo cual se retoma y se plantea mejorar tanto el proceso de la investigación como los resultados obtenidos.

## Desarrollo

### Planteamiento del problema

La atmósfera se está calentando más rápido de lo que debería; desde la revolución industrial la temperatura de la tierra se ha incrementado de manera acelerada por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por actividades humanas como la quema de combustibles fósiles -petróleo, gas y carbón-, la remoción de bosques y la construcción (WWF, 2020). De acuerdo con algunos datos recolectados se observó que, el 60 % de la contaminación ambiental se debe a construcciones civiles; a partir de ahí, el 30 % obedece principalmente a la construcción de vías.

Normalmente, la construcción de vías se hace con MAC, las cuales desprenden gases contaminantes en la atmósfera, tanto en su etapa de producción como en su etapa de compactación. Dichos efectos negativos asisten al aumento del calentamiento global en el planeta, generando catástrofes ambientales, aumento del nivel del mar, de la temperatura global del planeta y más. Estas mezclas son calentadas a temperaturas muy altas, debido a que el asfalto debe tener mejor viscosidad para que pueda cubrir las partículas del agregado sin ningún problema. Cuando la mezcla asfáltica está a temperaturas elevadas, se debe compactar acomodando las partículas entre sí y eliminando los vacíos; sin embargo, a medida que disminuye la temperatura en la mezcla asfáltica, se hace más difícil compactar, de manera que es difícil cumplir con el diseño y se pierden las características de desempeño.

Para esta razón, se opta por implementar una nueva mezcla asfáltica que permita ser trabajada a temperaturas menores a las de las MAC, que disminuya el desprendimiento de GEI tan contaminantes y, su costo de fabricación. De acuerdo con estudios preliminares e investigaciones culminadas, se ha notado que el mejor modificador del asfalto es el ACP; por lo tanto, se genera el siguiente interrogante:

¿Qué proceso y en qué cantidades se puede usar el aceite crudo de palma para modificar el asfalto base, de manera que se pueda producir una nueva mezcla asfáltica tibia que sirva para reducir la viscosidad junto con la temperatura de producción de la mezcla?

Metodología

El estudio en desarrollo es de tipo experimental; durante la investigación, el asfalto modificado (bio-asfalto) es evaluado en su desempeño mediante pruebas y ensayos de laboratorio que permiten precisar los principales porcentajes modificadores.

Fase 1. Caracterización del aceite crudo de palma y el asfalto base

Identificación de las empresas productoras de ACP en el departamento de Nariño, para caracterizar, identificar sus componentes y, definir si es coherente utilizarlo como modificador de la viscosidad del asfalto.

En cuanto al asfalto base, se debe tener en cuenta qué tipo de asfalto es; para ello nos guiamos de las Normas INVÍAS (Instituto Nacional de Vías, INVÍAS, 2022) para identificar sus propiedades.

Tabla 1

Especificaciones de cemento asfáltico

| Característica                           | Norma de ensayo       | Grado de penetración |       |             |       |             |       |
|------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|                                          |                       | 40 – 50              |       | 60 – 70     |       | 80 – 100    |       |
|                                          |                       | Min.                 | Máx.  | Min.        | Máx.  | Min.        | Máx.  |
| Asfalto original                         |                       |                      |       |             |       |             |       |
| Penetración (25 °C, 100 g, 5 s) (0,1 mm) | INV E-706             | 40                   | 50    | 60          | 70    | 80          | 100   |
| Punto de ablandamiento (°C)              | INV E-712             | 52                   | 58    | 48          | 54    | 45          | 52    |
| Índice de penetración                    | INV E-724             | - 1,2                | + 0,6 | - 1,2       | + 0,6 | - 1,2       | + 0,6 |
| Viscosidad a 60 °C (Pa·s) (P)            | INV E-716 o INV E-717 | 200 (2 000)          | -     | 150 (1 500) | -     | 100 (1 000) | -     |
| Viscosidad a 135 °C (Pa·s) (P)           | o NTC 5117:2017       | 0,5 (5,0)            | -     | 0,4 (4,0)   | -     | 0,3 (3,0)   | -     |

| Característica                                                                                                                         | Norma de ensayo                       | Grado de penetración |      |         |      |          |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|------|---------|------|----------|------|
|                                                                                                                                        |                                       | 40 – 50              |      | 60 – 70 |      | 80 – 100 |      |
|                                                                                                                                        |                                       | Mín.                 | Máx. | Mín.    | Máx. | Mín.     | Máx. |
| Ductilidad (25 °C, 5 cm/min) (cm)                                                                                                      | INV E-702                             | 80                   | -    | 100     | -    | 100      | -    |
| Solubilidad en tricloroetileno (%)                                                                                                     | INV E-713                             | 99                   | -    | 99      | -    | 99       | -    |
| Contenido de agua (%)                                                                                                                  | INV E-704                             | -                    | 0,2  | -       | 0,2  | -        | 0,2  |
| Contenido de parafinas (%)                                                                                                             | INV E-718                             | -                    | 3    | -       | 3    | -        | 3    |
| Punto de inflamación mediante copa abierta de Cleveland (°C)                                                                           | INV E-709                             | 240                  | -    | 230     | -    | 230      | -    |
| <b>Del asfalto residual, luego de la prueba de acondicionamiento en película delgada rotatoria, según la norma de ensayo INV E-720</b> |                                       |                      |      |         |      |          |      |
| Cambio de masa por calentamiento (%)                                                                                                   | INV E-720                             | -                    | 0,8  | -       | 0,8  | -        | 1,0  |
| Penetración retenida a 25 °C, en porcentaje (%) de la penetración del asfalto original                                                 | INV E-706                             | 55                   | -    | 50      | -    | 46       | -    |
| Incremento en el punto de ablandamiento (°C)                                                                                           | INV E-712                             | -                    | 8    | -       | 9    | -        | 9    |
| Índice de envejecimiento: relación de viscosidades (60 °C) del asfalto residual y el asfalto original                                  | INV E-716 o INV E-717 o NTC 5117:2017 | -                    | 4    | -       | 4    | -        | 4    |

Fuente: INVÍAS (2022).

Aquí se detalla los diferentes ensayos que se debe realizar al asfalto base de acuerdo con su especificación, para indicar que es de buena calidad y cumple con la norma.

Para la investigación solamente se debe tener en cuenta el rango de datos de los ensayos de la columna 4 en la Figura 1, que corresponde al Asfalto 60-70. Entre estos ensayos se encuentra el de penetración, viscosidad, punto de ablandamiento. Cuando el asfalto es introducido en el horno para envejecerlo, se debe hacer diferentes ensayos como cambio de masa por calentamiento, incremento en el punto de ablandamiento y demás.

Al concluir la caracterización del asfalto base y recolectar los datos en laboratorio, se hace un comparativo para indicar que el asfalto base sí cumple con los rangos de la columna 4 establecidos por INVÍAS (2022).

## Fase 2. Determinar el método y las cantidades del aditivo apropiadas para la elaboración del asfalto modificado en cantidades no industriales

Una vez terminada la fase 1, se debe determinar el método apropiado para la modificación del asfalto, considerando que el método usado permita disolver y homogeneizar bien la nueva mezcla de asfalto base y ACP. En ocasiones se observa que la temperatura, el tiempo y la velocidad de revolución son factores principales al momento de homogeneizar la mezcla. Por otra parte, lo más recomendado a la hora de modificar asfaltos con aceites o ceras es usar, principalmente, un 3 %, 5 % y 7 % de aditivo (aceite).





Se hace ensayos de viscosidad para cada porcentaje de ACP usado, se elabora las curvas de viscosidad vs. temperatura y se realiza ensayos de penetración, punto de ablandamiento, índice de penetración y demás indicados en la Tabla 1 del asfalto modificado producido.

Una vez realizado lo anterior, se analiza y se escoge el porcentaje adecuado para modificar el asfalto evitando que pierda sus propiedades, proporcionándole al asfalto modificado, mejor viscosidad a la misma temperatura y que cumpla con las especificaciones de las normas INVÍAS 2022.

### **Fase 3. Fabricar la nueva mezcla asfáltica tibia, usando el asfalto modificado**

INVÍAS (2022) especifica los porcentajes y las cantidades de los agregados y el asfalto requeridos para producir una mezcla asfáltica de buena calidad. Para cumplir con esto, se lleva a cabo la caracterización por medio de ensayos de laboratorio para los materiales que serán utilizados.

Finalizando este proceso, continuamos con la fabricación de probetas para cada porcentaje de asfalto definido anteriormente. Se elabora la mezcla asfáltica usando el método Marshall para ejecutar las pruebas de desempeño dinámico de las mezclas.

### **Fase 4. Comparación técnica, económica y ambiental entre las dos mezclas**

#### **Comparación técnica:**

Al comparar la mezcla asfáltica modificada con cierto porcentaje de ACP, se deberá presentar una menor susceptibilidad térmica y aumentar la resistencia al ahuellamiento a altas temperaturas en comparación con las mezclas asfálticas calientes sin aditivo.

#### **Comparación económica:**

Al tener que calentar menos el asfalto para llegar a cierta temperatura y hacer la mezcla de asfalto tibio, se ahorra un porcentaje significativo de combustible de maquinaria; esto permite que las emisiones de varios GEI sean menores, siendo el principal, el dióxido de carbono, responsable del calentamiento global.

#### **Comparación ambiental:**

La producción aproximada de carbono en las plantas de mezcla de asfalto caliente es de aproximadamente 2 500 toneladas por año. Con el uso de mezclas de asfalto modificado es posible reducir esta cantidad a 1 700 toneladas (Tunala y Escobar, 2019). Intentar reducir 800 toneladas de carbono mediante el asfalto modificado generaría una gran polémica en el medio ambiente.

### **Resultados obtenidos**

Al ejecutar la primera fase de la metodología realizando la caracterización del asfalto base y teniendo en cuenta las especificaciones de las Normas INVÍAS (2022), las pruebas de laboratorio arrojaron los siguientes resultados:

**Tabla 2***Resultados caracterización asfalto base*

| Resultados obtenidos en laboratorio - Normas INVIAS |                       |                    |                                  |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------------|
| Característica                                      | Norma de ensayo       | Resultado Obtenido | Valor del ensayo según Norma INV |
| Penetración (25°C, 100 g, 5 seg) (0.1 mm)           | INV E-706             | 6.39 mm            | 6 mm - 7 mm                      |
| Punto de ablandamiento (°C)                         | INV E-712             | 51.4 °C            | 48 °C - 54 °C                    |
| Viscosidad a 60°C (Pa.s)(P)                         | INV E-716 o INV E-717 | 156 Pa.s           | Min 150 Pa.s                     |
| Ductibilidad (25°C, 5 cm/min) (cm)                  | INV E-702             | 108 cm             | Min 100 cm                       |

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 2 representa los ensayos realizados al asfalto, la norma de ensayo de acuerdo con las normas INVÍAS (2022), el resultado obtenido en laboratorio y el rango de datos estipulados según cada norma para cementos asfálticos.

De acuerdo con los ensayos de penetración, punto de ablandamiento, viscosidad y ductilidad realizados, se observa que el asfalto base usado cumple con los rangos requeridos según las especificaciones de las normas INVÍAS (2022); por lo tanto, es óptimo para ser usado y modificado con ACP.

**Resultados esperados**

Al fabricar una nueva mezcla asfáltica tibia con ACP se reduce la temperatura de producción y compactación en un rango de 30 a 40 °C, manteniendo y mejorando las condiciones y propiedades de trabajo tanto ambientales como de salud del personal encargado. Por ende, se mantiene una ventaja respecto a mezclas asfálticas convencionales.

Se pretende obtener los siguientes resultados:

- Obtener una mezcla asfáltica tibia con mejor trabajabilidad durante todo el proceso de mezclado con alta resistencia al ahuellamiento
- Mejorar la trabajabilidad, adherencia y compactación de las mezclas asfálticas modificadas con ACP
- Reducir el consumo de energía, dando como resultado menores emisiones de GEI
- Disminuir la cantidad de combustible en las plantas y máquinas de producción de mezclas asfálticas



- Permitir una abertura más rápida al tránsito
- Mejorar la estructura de pavimento con características y comportamiento igual o superior a las de una mezcla asfáltica convencional.

### Conclusiones

De acuerdo con los resultados de los ensayos realizados en laboratorio, se puede afirmar que el asfalto base (Asfacón 60-70) caracterizado en laboratorio, sí cumple con las especificaciones de las normas INVÍAS (2022), razón por la cual podrá ser usado en la mezcla asfáltica tibia.

El desarrollo del primer objetivo de la investigación ha sido exitoso; en consecuencia, la investigación continuará cumpliendo cada paso de la metodología para alcanzar los demás objetivos planteados.

En el mundo se ha demostrado que existe gran variedad de tecnologías y productos que permiten producir mezclas asfálticas tibias; sin embargo, el ACP del departamento de Nariño es otra alternativa viable que se puede considerar para este fin, la cual puede brindar beneficios técnicos, económicos y ambientales.

La producción y uso de mezclas asfálticas tibias ofrece una buena solución en cuanto a la minimización del impacto ambiental; más aún, si se analiza la mezcla con ACP, la cual garantiza la disminución de la emisión de GEI debido a la producción y, con ello, el calentamiento de materiales.

Terminadas las pruebas de caracterización del asfalto se nota que las propiedades del asfalto no se ven deterioradas en el proceso, obteniendo como resultado un asfalto de buena calidad.

### Referencias

- Instituto Nacional de Vías (INVÍAS). (2022). Especificaciones generales de construcción de carreteras. <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/4570-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras>
- Sanabria, L. (2016). Usos del aceite de palma y sus derivados oleoquímicos en la industria de los pavimentos. *Palmas*, 37(Especial Tomo II), 163-172.
- Tunala, A. S. y Escobar, P. P. (2019). *Comparación del comportamiento de mezclas asfálticas tibias (WMA) y mezclas asfálticas en caliente (HMA) con agregados de la mina de Guayllabamba* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/17645>
- Universidad Nacional de Colombia. (2016). Asfalto con aceite crudo de palma. <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/asfalto-con-aceite-crudo-de-palma>.
- WWF. (2020). Cambio climático y energía. [https://www.wwf.org.co/que\\_hacemos/cambio\\_climatico\\_y\\_energia/](https://www.wwf.org.co/que_hacemos/cambio_climatico_y_energia/)

# Capítulo 14

## Revisión documental: efectos cognitivos al jugar videojuegos

Ana Lucía Burbano Bravo<sup>1</sup>  
María Isabel Folleco Andrade<sup>2</sup>

**Cítese como:** Burbano-Bravo, A. L. y Folleco-Andrade, M. I. (2023). Revisión documental: efectos cognitivos al jugar videojuegos. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-Lopez (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 155-163). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c344>

### Resumen

Esta investigación recopila estudios realizados en los últimos años acerca del impacto de los videojuegos en el desarrollo cognitivo de las personas, desde distintos criterios. Para ello se hizo una revisión documental en dos bases de datos, con el objetivo de encontrar los efectos específicos de los juegos de video en las personas que los juegan de manera constante.

Las bases de datos fueron configuradas con criterios de inclusión y exclusión para mejorar y centrar los resultados a los objetivos. Una vez recopilada toda la información, se procedió a analizar cada documento para extraer las respectivas conclusiones. Fue posible determinar un efecto positivo de los videojuegos sobre el desarrollo cognitivo de las personas en varias áreas y en diferentes edades. Sin embargo, también se encontró algunos textos que sugerían que era necesaria más investigación al respecto.

*Palabras clave:* videojuegos; impacto; desarrollo cognitivo; entretenimiento; comportamiento.

### Documentary review: cognitive effects of playing video games

### Abstract

This research compiles studies carried out in recent years on the impact of video games on people's cognitive development, based on different criteria. For this purpose, a documentary review was made in two databases, to find the specific effects of video games on people who play them constantly.

<sup>1</sup> Universidad Mariana. [ana.burbano221@umariana.edu.co](mailto:ana.burbano221@umariana.edu.co)

<sup>2</sup> Universidad Nacional. [mfolleco@unal.edu.co](mailto:mfolleco@unal.edu.co)



The databases were configured with inclusion and exclusion criteria to improve and focus the results on the objectives. Once all the information was collected, each document was analyzed to draw the respective conclusions. It was possible to determine the positive effect of video games on the cognitive development of people in several areas and at different ages. However, some texts suggest that more research was needed in this regard.

*Keywords:* video games; impact; cognitive development; entertainment; behavior.

## **Revisão documental: Efeitos cognitivos de jogar videogames**

### **Resumo**

Esta pesquisa compila estudos realizados nos últimos anos sobre o impacto dos jogos de vídeo no desenvolvimento cognitivo das pessoas, com base em diferentes critérios. Para isso, foi feita uma revisão documental em dois bancos de dados, a fim de encontrar os efeitos específicos dos videogames em pessoas que os jogam constantemente.

Os bancos de dados foram configurados com critérios de inclusão e exclusão para melhorar e concentrar os resultados nos objetivos. Depois que todas as informações foram coletadas, cada documento foi analisado para se chegar às respectivas conclusões. Foi possível determinar o efeito positivo dos videogames no desenvolvimento cognitivo das pessoas em várias áreas e em diferentes idades. Entretanto, também foram encontrados alguns textos que sugeriam a necessidade de mais pesquisas a esse respeito.

*Palavras-chave:* videogames; impacto; desenvolvimento cognitivo; entretenimento; comportamento.

### **Introducción**

Cada vez más, los videojuegos hacen parte de la vida de las personas, en especial de las nuevas generaciones. Como consecuencia, se empieza a ver en ellos una posibilidad de herramientas que permitan un desarrollo positivo y, analizar la forma como influyen en el desarrollo cognitivo.

En las últimas décadas se ha hecho varios estudios en distintos campos en los que los seres humanos se desenvuelven y este tema ha pasado a ser uno de los más prometedores para el futuro en la investigación científica y social.

### **Pregunta Problema**

¿De qué manera afectan los videojuegos el desarrollo cognitivo de una persona?



## Objetivos

### General

Consolidar, a través de una revisión documental, los efectos de los videojuegos en el desarrollo cognitivo de las personas.

### Específicos

- Recopilar fuentes bibliográficas de acuerdo con los criterios de selección
- Seleccionar las fuentes bibliográficas de mayor relevancia
- Describir los resultados obtenidos frente a las variables.

## Justificación

Poco a poco los videojuegos se van convirtiendo en un medio de entretenimiento muy usado por las personas en su cotidianidad y van adquiriendo una gran relevancia en los intereses de la ciencia; por esto, distintos estudios han tratado de identificar qué efectos tiene esta actividad en la parte cognitiva de los individuos y cómo estos pueden ser beneficiosos o perjudiciales en los procesos educativos humanos.

En consecuencia, es importante hacer una revisión documental que permita identificar la forma como estos juegos afectan a los seres humanos y se pueda llegar a una conclusión objetiva en la que sea posible iniciar a verlos como una alternativa imprescindible para la educación o, como un nuevo método de aprendizaje interactivo y significativo para las nuevas generaciones, entendiendo esta interacción, como una forma didáctica que, si es tomada con la responsabilidad necesaria, puede resultar en una herramienta innovadora para usos que vayan más allá de la recreación.

Con lo anterior, esta investigación busca establecer una conclusión objetiva respecto a los efectos cognitivos de las personas que juegan videojuegos y ver las posibilidades que pueden traer para otros campos del desarrollo humano.

## Marco Teórico

### Antecedentes

El presente proyecto se basa en algunos artículos en los que se estudia los beneficios de los videojuegos en distintas edades y cómo su implementación puede contribuir al desarrollo de ciertas capacidades. Estos son:

Carvajal (2014) estudia el uso de los videojuegos en el campo terapéutico. El uso moderado de la Nintendo Wii puede representar un incremento en las capacidades físicas y cognitivas de quienes juegan, especialmente si se trata de personas con edades avanzadas. Refiere otro estudio realizado en el instituto Mark Planck para el Desarrollo Humano en Berlín, en el cual se afirma que al jugar específicamente 'Super Mario 64' podía observarse como resultado de una resonancia magnética, el aumento de la masa cerebral en las áreas de orientación espacial, memoria, planificación estratégica y habilidades manuales.



El estudio de Contreras y Contreras (2014) en México plantea el uso de juegos de video para desarrollar las capacidades cognitivas, psicomotrices, administrativas y de adaptación en niños pequeños, implementándolos como una estrategia didáctica en la educación. Según esto, el aprendizaje puede lograrse a través del condicionamiento de Skinner, el cual propone los reflejos condicionados por estímulo-respuesta-esfuerzo. La ventaja de utilizar juegos de video como un método de aprendizaje es la variedad que existe dentro de los mismos, ya que se evita que sean repetitivos. Además, pueden ser aplicados incluso con personas con discapacidades.

Por su parte, Ruiz-Ariza et al. (2018) llevaron a cabo una revisión literaria sobre la manera en que los videojuegos activos intervienen en la cognición en adolescentes entre los 12 y los 18 años. Sus resultados arrojan que la totalidad de ellos presentaron una respuesta positiva al usarlos, ya sea física o cognitivamente, debido –tal vez- al componente lúdico, cooperativo y social que contienen.

### Marco conceptual

Los videojuegos, como su nombre lo indica, son juegos que se proyectan en una pantalla y que son controlados por medio de diferentes mandos, ya sean táctiles (característicos de celulares y tabletas), teclado y ratón (en ordenadores) o, mandos especiales conocidos como *gamepad* o *joystick* (de las consolas). Otra característica importante es que pueden ser jugados por una sola persona o por varias, sin importar si se encuentran juntas o no. Dentro de ellos existen géneros, como:

- Plataforma: consiste en desafíos físicos que requieren mucha precisión del jugador, quien se enfrenta a varios enemigos. El juego por excelencia es el de Mario Bros.
- Disparos o *Shooting*: suelen ser generalmente de guerra o naves espaciales, haciendo especial alusión a la acción de disparar, aunque no siempre con armas de fuego. Algunos ejemplos son *Call of Duty* y *Counter-Strike*.
- Aventuras: se centran en la historia de un personaje, caracterizándose por su narrativa y la resolución de misterios. Algunos ejemplos son: *Tomb Raider* y *Life is strange*.
- Juegos de rol: se basan en la evolución de uno o varios personajes a lo largo de una trama, con el objetivo de subir de nivel, como *Skyrim* y *Dark Souls*.
- Deportes: reflejan las reglas y cinemáticas de las disciplinas reales a una precisión muy grande, caracterizándose porque el tiempo avanza más rápido. El ejemplo más conocido es 'FIFA'.

Desarrollo cognitivo: es la serie de procesos a través de los cuales el ser humano despliega habilidades para interpretar e interactuar con la realidad de una manera adecuada. En pocas palabras, hace referencia a la constante evolución de las capacidades intelectuales, adquiriendo una mayor relevancia, la inteligencia. Algunas funciones cognitivas son:

- El lenguaje: aprendizaje de un sistema de símbolos para transmitirlos e interpretarlos.



- Léxico: conjunto de palabras aprendidas para expresarse.
- Memoria: procesos de recopilación de información para su uso posterior.
- Percepción: es el registro de experiencias de los sentidos.
- Inteligencia: capacidad de procesar la información del entorno y aplicarla en diversos ámbitos.

La teoría de Piaget, conocida como la teoría del desarrollo cognoscitivo de Piaget, fue desarrollada por el psicólogo suizo Jean Piaget y expone la forma como se adquiere los conocimientos en las primeras etapas de la vida y las distintas formas de utilizarlos en la cotidianidad. Su estudio clasifica las etapas de adquisición del conocimiento en cuatro, que son:

- Periodo sensorio-motor: abarca desde que el niño nace hasta los dos años de edad. En esta etapa el niño comienza a explorar su entorno con sus sentidos y reflejos innatos, despertando así, la intención de explorar; también comienza a realizar la anticipación a algunos hechos muy sencillos.
- Periodo preoperatorio: se presenta entre los dos y los siete años. Se caracteriza porque el niño comienza a crear en su mente imágenes de la realidad e imita lo que ve en los adultos que lo rodean. Asimismo, desarrolla sus capacidades lingüísticas.
- Periodo de operaciones concretas: va desde los siete a los doce años. El niño empieza a realizar inferencias sobre cosas que le suceden debido a que ha organizado los conocimientos obtenidos, formando estructuras más complejas. Gracias a ello se observa la presencia de las deducciones, que comienzan a desarrollarse en este periodo. Si se observa en las anteriores, no se encuentra la capacidad inferencial, sino la prueba y error.
- Periodo de operaciones formales: desde los doce hasta los 16 años. Se presenta el desarrollo de la operación más compleja que es el razonamiento hipotético deductivo; esto se refiere a que el adolescente es capaz de analizar todas las premisas e hipótesis ante un determinado problema. Por otra parte, será capaz de razonar sobre conflictos que no haya experimentado directamente con su vivencia, presentando la meta-cognición, que se refiere a las reflexiones sobre el mismo razonamiento.

## Metodología

### Enfoque de la investigación

La investigación cualitativa es una categoría de investigación que se encarga de obtener descripciones a partir de observaciones mediante el uso de distintas técnicas como narraciones, revisiones documentales, notas de campo y registros de todo tipo (Herrera, s.f.). Por esto, esta investigación se desarrolla mediante una metodología cualitativa en la cual, a través de la recopilación de información se pretende hacer una revisión documental que permita cumplir con los objetivos propuestos.



Tipo de investigación

Al ser una investigación cualitativa, se establece como una revisión documental retrospectiva de carácter descriptivo, puesto que, como exponen Gómez et al. (2014), esta puede ser aplicada a cualquier tema de investigación, permitiendo determinar su relevancia e importancia. Además, se toma documentos previos a la investigación, de carácter descriptivo porque, de acuerdo con la información encontrada, se busca consolidar el objeto de estudio.

Criterios

Tabla 1  
*Metodología de la investigación. Criterios aplicados*

| Términos de búsqueda   | de | 'Videogames'                   | 'Cognitive'            | 'Development'       |
|------------------------|----|--------------------------------|------------------------|---------------------|
| Criterios de Inclusión |    | Idioma inglés                  | Acceso gratuito        |                     |
| Criterios de Exclusión |    | Año de publicación (2016-2022) | Artículos de reflexión | Artículos repetidos |

Procedimiento

Bases de datos

Para llevar a cabo el procedimiento de esta investigación se hizo la búsqueda de estudios indexados en bases de datos en las que fuera posible encontrar artículos relacionados con la temática, por lo que se escogió dos bases de datos en las que la información se encontraba en idioma inglés: PubMed y Science Direct.

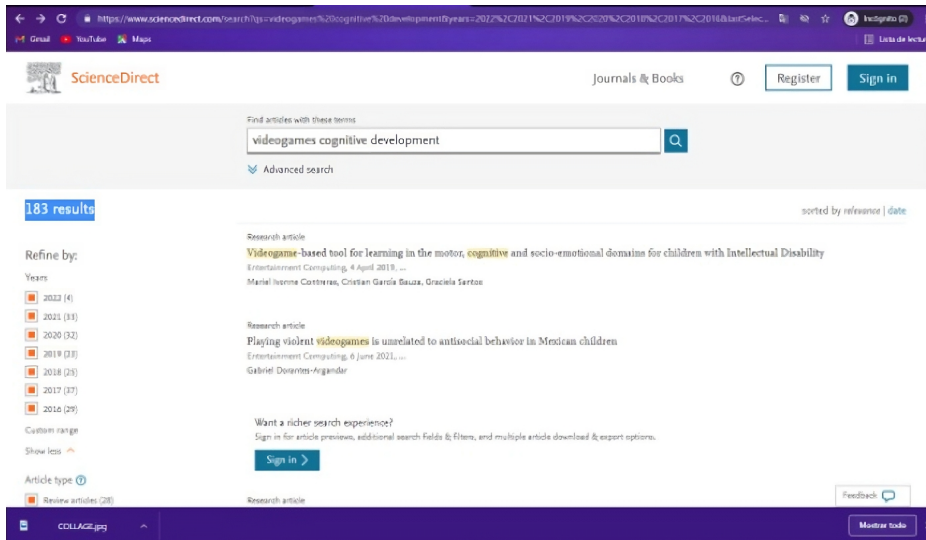
Tabla 2  
*Resultados: documentos encontrados en bases de datos*

| Resultados                             |                |               |
|----------------------------------------|----------------|---------------|
|                                        | Science Direct | PubMed        |
| Videogames<br>cognitive<br>development | 183 resultados | 66 resultados |

Al buscar en las bases de datos, aplicando los términos de búsqueda y los criterios de inclusión y de exclusión establecidos en la metodología, se obtuvo 249 resultados de artículos con gran pertinencia y relación con la investigación desarrollada: 183 resultados en Science Direct y 66 en PubMed.

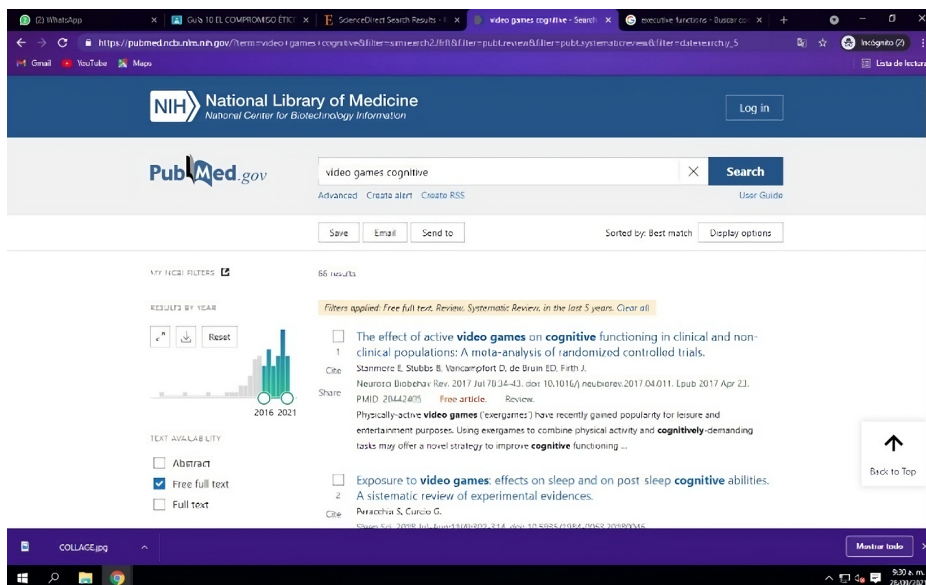
**Figura 1**

*Resultados de la investigación. Base de datos Science Direct*



**Figura 2**

*Resultados de la investigación. Base de datos PubMed*



## Análisis de resultados

Después de leer varios estudios y textos referidos al efecto de los videojuegos sobre la mente de las personas, se ha encontrado algunos textos que presentan diferentes posturas al respecto. En 2005, la Asociación Panamericana de Psicología (como se cita en Etxeaberría, 2011) planteaba que los juegos violentos incrementan los comportamientos agresivos en quienes los juegan, por lo que habría que reducirlos, especialmente en los contenidos dirigidos a niños y adolescentes.



Sin embargo, el artículo de Pinto (2019) demuestra que no hay pruebas suficientes para afirmar que los videojuegos violentos están asociados con un aumento de comportamientos agresivos y que, en cambio, estos ayudan a una mejora en la cognición visual y espacial de quien los juega. Merced a ello, propone replantear el debate sobre los juegos de vídeo con contenidos violentos.

Por su parte, Pantallas Amigas (2021) sostiene que las aptitudes mejoran al jugar videojuegos; entre ellas, la percepción, la memoria y la capacidad de tomar decisiones. RT (2022) comparó jugadores de videojuegos con no jugadores, comprobando que aquellos habituales superaban a los que no jugaban en cuanto a las pruebas realizadas, pero esto no probó que el juego mejorase el rendimiento, puesto que es posible que las personas que escogen jugar videojuegos, ya tengan capacidades cognitivas superiores.

Roncancio-Ortiz et al. (2017) ahondan en el uso de videojuegos en el campo educacional, analizando casos en los que se los ha utilizado como un apoyo pedagógico para los docentes, contribuyendo a la solución de problemas de aprendizaje y la mejora de ciertas habilidades, como las motoras y cognitivas, así como al desarrollo de la creatividad.

Finalmente, Marco y Chóliz (2013) estudiaron un tratamiento cognitivo-conductual en un caso de adicción a Internet y videojuegos, para lo cual se dedicaron a revisar los videojuegos como una adicción tecnológica, la cual puede reducirse significativamente mediante un tratamiento, gracias al cual puede disminuir el tiempo de exposición al juego y a las posibles pérdidas de control, intentando dar a los juegos un uso adaptativo, en vez de acudir a la abstinencia para curar la adicción.

## Conclusiones

Después de efectuar la revisión de artículos, es posible sugerir que, indudablemente, los videojuegos tienen un gran potencial en diversas áreas fuera del entretenimiento, por lo que puede resultar muy útil estudiarlos para aprovechar todas sus ventajas, claro está, desde la responsabilidad y el autocontrol.

Asimismo, reconocer que el impacto que tienen los juegos de video sobre la mente son muy significativos, puesto que mejoran aspectos como la cognición, percepción, memoria, capacidad de tomar decisiones, entre otras. Si bien se requiere más estudio para llegar a la conclusión de si incrementan las capacidades de quienes los juegan, son una alternativa prometedora en campos como la educación, donde podrían ser adaptados a las necesidades, especialmente de niños y adolescentes.

Los videojuegos han evolucionado mucho a través del tiempo, formando parte de varias generaciones y de la cultura popular. Aunque pueden generar problemas relacionados con el sedentarismo y la adicción, los estudios revisados demuestran que, con la guía y el control necesarios, pueden convertirse en herramientas que contribuyen ahora y, muy probablemente en el futuro, a la resolución de problemas específicos en diferentes edades.



La revisión documental es un tipo de investigación factible para obtener conclusiones sobre el tema a investigar, con relación a estudios ya publicados por expertos en el tema, sin la necesidad de recurrir a estudios específicos, complejos y costosos.

### Referencias

- Carvajal, D. (2014). El papel de los videojuegos en el desarrollo cognitivo. *Contenidos digitales en la era de la sociedad conectada*, 163-178.
- Contreras, E. C. y Contreras, I. I. (2014). Desarrollo de habilidades cognitivas mediante videojuegos en niños de educación básica. *RIDE, Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, (12), 1-19.
- Etxeberría, F. (2011). Videojuegos violentos y agresividad. *Pedagogía Social, Revista Interuniversitaria*, (18), 31-39. [https://doi.org/10.7179/PSRI\\_2011.18.03](https://doi.org/10.7179/PSRI_2011.18.03)
- Gómez, E., Navas, D. F., Aponte, G. y Betancourt, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *DYNA, Revista de la Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia*, 81(184), 158-163.
- Herrera, J. (s.f.). La investigación cualitativa. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1167>
- Marco, C. y Chóliz, M. (2013). Tratamiento cognitivo-conductual en un caso de adicción a Internet y videojuegos. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 13(1), 125-141.
- Pantallas Amigas. (2021). Estudios afirman que jugar a videojuegos mejora las habilidades cognitivas. <https://www.pantallasamigas.net/estudios-videojuegos-mejoran-habilidades-cognitivas/>
- Pinto, T. (2019). La adicción a los videojuegos, una enfermedad según la OMS sobre la que no hay consenso científico. [https://www.eldiario.es/sociedad/videojuegos-adiccion-violencia-ciencia\\_1\\_1455783.html](https://www.eldiario.es/sociedad/videojuegos-adiccion-violencia-ciencia_1_1455783.html)
- Roncancio-Ortiz, A. P., Ortiz-Carrera, M. F., Llano-Ruiz, H., Malpica-López, M. J. y Bocanegra-García, J. J. (2017). El uso de los videojuegos como herramienta didáctica para mejorar la enseñanza-aprendizaje: una revisión del estado del tema. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 17(2), 36-46. <https://doi.org/10.19053/1900771X.v17.n2.2017.7184>
- RT. (2022). Un estudio sugiere que los jugadores de videojuegos desarrollan una mayor actividad cerebral y habilidad para tomar decisiones. <https://actualidad.rt.com/actualidad/435711-jugadores-videojuegos-mayor-actividad-cerebral>
- Ruiz-Ariza, A., López-Serrano, S., Suárez-Manzano, S. y Martínez-López, E. J. (2018). Videojuegos activos y cognición. Propuestas educativas en adolescentes. *RIED, Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 285-303. <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.19799>

# Capítulo 15

## Acondicionamiento del combustible bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por medio de la pirólisis para la reducción de emisiones atmosféricas en Sandoná - Nariño

Carol Julieth Montezuma Guerrero<sup>1</sup>

Jefferson Giovanny Nasner Tello<sup>2</sup>

Milton Camilo España Benavides<sup>3</sup>

Juan Carlos Narváez Burgos<sup>4</sup>

**Cítese como:** Montezuma-Guerrero, C. J., Nasner-Tello, J. G., España-Benavides, M. C. y Narváez-Burgos, J. C. (2023). Acondicionamiento del combustible bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por medio de la pirólisis para la reducción de emisiones atmosféricas en Sandoná - Nariño. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 164-180). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c345>

### Resumen

En el municipio de Sandoná, el bagazo de caña de azúcar es usado como combustible en las industrias paneleras, generando emisiones de gases contaminantes. Es por eso que esta investigación centra su objetivo en acondicionar esta biomasa por pirólisis, con el propósito de reducir las emisiones que este proceso conlleva. Para lograr estos objetivos se plantea caracterizar el bagazo mediante sus propiedades fisicoquímicas y comparar las emisiones de un bagazo crudo y un bagazo acondicionado. La línea y campo de investigación es ambiental, debido a su desarrollo en el campo para controlar la contaminación y el aporte de estrategias de producción más limpia, que permitan la disminución de emisiones y, por ende, la mejora de calidad del aire. El trabajo de investigación tiene un enfoque mixto; es decir cuanti-cualitativo, donde se emplea un tipo de investigación analítico-experimental, manejando un diseño compuesto por dos experimentos, del tipo unifactorial y de efectos fijos principales.

Al realizar los procesos de combustión de bagazo crudo se identificó que las variables de combustión presentan una tendencia ascendente en los contaminantes, de

<sup>1</sup> Correo: caromontezuma@umariana.edu.co

<sup>2</sup> Correo: jnasner@umariana.edu.co

<sup>3</sup> Correo: miespana@umariana.edu.co

<sup>4</sup> Correo: jcnarvaez@umariana.edu.co





acuerdo con la eficiencia de combustión, ya que cuando esta disminuye, los gases aumentan buscando una estabilidad dentro del proceso.

*Palabras clave:* pirólisis; emisiones; bagazo; combustión.

### **Conditioning of sugar cane bagasse fuel (*Saccharum officinarum*) by pyrolysis to reduce atmospheric emissions in Sandoná – Nariño**

#### **Abstract**

Sugarcane bagasse in the municipality of Sandoná, department of Nariño, Colombia, is used as fuel in the sugarcane industry, generating pollutant gas emissions. This research focuses its objective on conditioning this biomass by pyrolysis, to reduce the emissions that this process entails. To achieve this, it is proposed to characterize the bagasse using its physicochemical properties and compare the emissions of raw bagasse and conditioned bagasse. The line and field of research is environmental, due to its development in the field to control pollution and the contribution of cleaner production strategies that allow the reduction of emissions and, therefore, the improvement of air quality. The research work has a quantitative-qualitative approach, using an analytical-experimental type of research, managing a design composed of two single-factorial and fixed main effects experiments.

When the raw bagasse combustion processes were carried out, it was identified that the combustion variables show an upward trend in pollutants, according to the combustion efficiency, since when this decreases, the gases increase, seeking stability within the process.

*Keywords:* pyrolysis; emissions; bagasse; combustion.

### **Condicionamento do combustível de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) por pirólise para reduzir as emissões atmosféricas em Sandoná - Nariño**

#### **Resumo**

O bagaço de cana-de-açúcar no município de Sandoná, departamento de Nariño, Colômbia, é usado como combustível na indústria da cana-de-açúcar, gerando emissões de gases poluentes. Esta pesquisa concentra seu objetivo no condicionamento dessa biomassa por pirólise, para reduzir as emissões que esse processo acarreta. Para isso, propõe-se a caracterização do bagaço por meio de suas propriedades físico-químicas e a comparação das emissões do bagaço bruto e do bagaço condicionado. A linha e o campo de pesquisa são ambientais, devido ao seu desenvolvimento no campo de controle da poluição e à contribuição de estratégias de produção mais limpas que permitem a redução das emissões e, portanto, a melhoria da qualidade do ar. O trabalho de pesquisa tem uma abordagem quantitativa-qualitativa, utilizando um tipo de pesquisa analítico-experimental, gerenciando um projeto composto por dois experimentos de fator único e efeitos principais fixos.





Quando foram realizados os processos de combustão do bagaço bruto, identificou-se que as variáveis de combustão apresentam uma tendência de aumento de poluentes, de acordo com a eficiência da combustão, pois quando esta diminui, os gases aumentam, buscando estabilidade no processo.

*Palavras-chave:* pirólise; emissões; bagaço; combustão.

### Introducción

Según Hernández-Garcés et al. (2017), “la quema indiscriminada de hidrocarburos para la producción de energía y las subsiguientes emisiones a la atmósfera [han] provocado uno de los problemas más importantes desde que se mostraron sus efectos: la contaminación atmosférica” (p. 2). En el municipio de Sandoná, las industrias paneleras, coloquialmente conocidas como trapiches, usan el bagazo (subproducto del proceso de elaboración de panela) para la combustión en los hornos artesanales, con el propósito de cocinar el jugo de caña. En estos lugares de producción no existe un control de emisiones generadas por la combustión de esta biomasa, por lo cual estos autores sostienen que “este riesgo siempre está presente y depende, entre otros factores, del estado técnico de las calderas, de la existencia de sistemas de tratamiento y de la composición del combustible” (p. 3).

Durante el proceso de elaboración de la panela, hay inconsistencias al momento de utilizar algunos subproductos, como es el caso del bagazo de la caña, ya que no se conoce un procedimiento diferente que cumpla con la misma función y que, al mismo tiempo, sea menos contaminante.

La producción de panela se encuentra consolidada como la segunda agroindustria rural de Colombia y una de las más importantes, superada únicamente por el café, por lo cual la panela refleja la identidad cultural del país (Ley 2005 de 2019). La presente investigación surge frente a la situación observada en diferentes industrias paneleras en la zona de Sandoná, municipio conocido a nivel nacional e internacional por sus grandes terrenos sembrados de caña de azúcar y, por consiguiente, de la producción y buena calidad de panela, a partir de esta materia prima. Allí, la producción panelera representa, además de un factor de ingreso económico, un gran sentido cultural para el municipio, conocido como la ‘Ciudad dulce de Colombia’. El proceso de producción genera emisiones contaminantes al ambiente, debido a la combustión de residuos, principalmente de bagazo, usado como combustible para el calentamiento de grandes pailas en donde se cocina el producto (Hernández-Garcés et al., 2017).

Para Colombia, es importante conocer la guía ambiental para el subsector panelero y el régimen permitido para la siembra, cosecha y elaboración de este producto (Fonseca, 2002), por lo cual el proceso productivo se relaciona con la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en la que se adopta la norma de calidad de aire y se dicta otras disposiciones referentes a los contaminantes atmosféricos y su fuente de emisión, con el propósito de hacer cumplir las actividades ordenada y racionalmente, disminuyendo el impacto ambiental y mejorando continuamente la emisión de gases nocivos.



## Descripción y planteamiento del problema

El proceso de producción inicia con la siembra; continúa con el proceso de corte, carga, almacenamiento y transporte hacia el trapiche, donde se realiza el proceso de la molienda, con el fin de extraer el jugo de la caña a través de un molino.

La molienda de caña se hace en molinos de fabricación nacional, con muy bajas relaciones de extracción: entre el 30 y el 50 % (Murillo, 2020, como se cita en Aldana et al., 2020), dejando como subproductos el jugo de caña y el bagazo, que hacen referencia a la caña seca. Este bagazo es llevado a la zona bagacera, donde lo almacenan, en su mayoría, en forma desorganizada; posteriormente, se somete este bagazo a una deshidratación y secado para luego usarlo como combustible para los hornos y calderas.

El jugo de caña es sometido a una limpieza por medios físicos donde son eliminados algunos sólidos suspendidos e impurezas; cuando está prelimpio, pasa a un proceso de 'clarificación' en las primeras pailas, las cuales son calentadas utilizando como combustible el bagazo forjado en la molienda. En este proceso se genera una espuma conocida como 'melaza' que luego es procesada y usada como alimento para los equinos. Posteriormente, se da el proceso de evaporación, donde se alcanza grandes temperaturas en las pailas y se presenta un cambio de estado del agua, de líquido a vapor, logrando aumentar el contenido inicial de los sólidos solubles hasta llegar al punto de la panela o miel (Murillo, como se cita en Aldana et al., 2020). Se continúa con la combustión del bagazo hasta que se consume para el siguiente proceso. En seguida se realiza el 'batido', que se agita en grandes pailas para conseguir una consistencia espesa y eliminar la adherencia. Enseguida, se realiza un moldeo, si la panela quiere ser obtenida en bloque; o, tamizado, si se la quiere obtener granulada. Cuando ya está moldeada, se da el proceso de 'enfriamiento' para que la mezcla obtenga un estado máximo de compactación sólida. Finalmente, se hace el empaque, según la presentación que se requiera, principalmente en bolsas plásticas que son selladas por medio de una templadora.

## Formulación del problema

¿Existe una reducción significativa en las emisiones de gases de combustión al utilizar bagazo acondicionado por pirólisis y bagazo crudo?

## Justificación

La presente investigación permitirá que los índices de contaminación sean ajustados a la normatividad colombiana; así mismo, contribuirá a la disminución de polución del municipio y, por ende, a la protección y control de calidad de aire inscritas en el Decreto 2107 de 1995. Además, su importancia radica en que permitirá un control de emisiones en este tipo de procesos productivos que han prevalecido a través del tiempo, como una cultura para el municipio, beneficiando al control de contaminación atmosférica para el municipio y disminuyendo las imperfecciones generadas a nivel paisajístico, debido a la polución.



Del mismo modo, motiva a la alcaldía municipal y al gremio panelero en la aplicación de procesos regidos por producción más limpia, buscando garantizar el desarrollo sostenible, tomando a la gestión ambiental como una fuente de oportunidades en el ámbito empresarial (Oficina Internacional del Trabajo, OIT, 2013). Implementar una producción más limpia significa aumentar la eficiencia de procesos, ahorrar en el consumo de materias primas y energía, disminuir residuos y emisiones contaminantes.

Es de resaltar que en el municipio de Sandoná cada día surgen más industrias paneleras; sin embargo, no hay estudios a profundidad que muestren el impacto real producido después de la quema del bagazo y con el cual se pueda tomar decisiones favorables al respecto, realizando una comparación analítica de las emisiones conocidas a partir de la literatura y las que son producidas por medio del bagazo previamente acondicionado. Por medio de este trabajo pueden surgir aportes y establecer procesos distintos, que cumplan la misma función pero que generen menores contaminantes.

## Objetivos

**General:** Evaluar el nivel de variación que se presenta en la emisión de gases, al acondicionar por pirólisis el bagazo de caña utilizado en la producción de panela.

## Específicos

- Caracterizar el bagazo de caña sin tratamiento generado, a partir de la extracción artesanal de jugo de caña.
- Implementar un proceso de pirólisis en el laboratorio, que permita el acondicionamiento del bagazo de caña.
- Cuantificar las emisiones generadas por el bagazo de caña antes y después del tratamiento.

## Marco referencial o fundamentos teóricos

### Antecedentes

A continuación, se presenta una recopilación de investigadores nacionales e internacionales en el tema del proceso de pirólisis del bagazo de caña de azúcar y sus principales y determinantes emisiones hacia la atmósfera.

### Internacionales

Labrada (2009) propone desarrollar un proceso de pirólisis que sustituya a la combustión común del bagazo, por medio de un horno discontinuo, indicando lo que se obtiene a partir del mismo; establece que la biomasa a tratar, el bagazo de caña, presenta una composición física que varía entre límites estrechos, siendo la humedad la propiedad más representativa en cuanto a sus cualidades como combustible, estando entre un 42 y un 50 % aproximadamente. El bagazo se compone de fibra y azúcares e impurezas; considera esencial el análisis de la temperatura de la cámara de calentamiento, de la muestra de bagazo para



pirolizar, de vapores, el volumen de vapores condensados e incondensables y el pH de vapores condensados.

Como aporte a la presente investigación, Labrada (2009) da a conocer los porcentajes calculados con los vapores promedios obtenidos en cuanto a la composición de la biomasa, estableciendo el carbón vegetal 18-22 %, fracción condensable 45-52 %, fracción no condensable 30-33 %; de esto se resalta el potencial de carbón vegetal que presenta esta biomasa, de donde surge su gran aplicabilidad en procesos de combustión, como el caso de la producción de panela.

Igualmente, Labrada (2009) indica que el proceso de pirólisis efectuado se consideró al inicio como endotérmico y después, cambió a exotérmico. Se obtuvo que el tiempo es proporcional a la temperatura del bagazo; la temperatura de vapores experimenta un aumento a medida que se desarrolla el proceso.

Así mismo, Hernández-Garcés et al. (2017) aportan a la presente investigación al enfocarse en las emisiones y contaminantes que generan estos procesos productivos, señalando que la evaluación de los contaminantes atmosféricos emitidos por los generadores de vapor de centrales azucareras analizadas, arrojó resultados de emisión de varios órdenes, mayores que los de los generadores de vapor convencionales que emplean hidrocarburos como combustible, pero inferiores a los de las termoeléctricas y grupos electrógenos. Sostienen que las chimeneas presentan grandes emisiones para material particulado (MP) y Óxidos de Nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ). La mayor contribución, lógicamente, es el MP, causado esencialmente por el empleo de bagazo como combustible. Por otra parte, ninguna de las emisiones resultantes de Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) sobrepasa los límites establecidos en la norma cubana, debido al bajo contenido de azufre en el bagazo quemado. Asimismo, los valores más bajos se atribuyen al  $\text{SO}_2$ . Para establecer esto, utilizaron métodos teóricos, el hipotético-deductivo y la modelación para poder cumplir los objetivos propuestos; estimaron las emisiones de los contaminantes atmosféricos y emplearon los factores de emisión para fuentes puntuales o estacionales, tomando como factores de emisión, a MP,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ .

## Nacionales

Por su parte, Buitrago (2017) da a conocer que la concentración de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en el gas provocado por la pirólisis tiene una alta variación, aun cuando se utiliza parámetros experimentales iguales. Además, la producción de líquido de pirólisis para el bagazo de caña panelera se maximiza para una temperatura de estabilización de 800 °C y la tendencia de la concentración de los gases que se produce en el proceso se mantienen para parámetros experimentales iguales. Este autor brinda una información importante en su marco teórico, del cual se toma a consideración y análisis al poder calorífico, donde lo define como la cantidad de calor liberado cuando el combustible es oxidado por completo en un proceso estable y los productos vuelven al mismo estado de los reactantes. Como resultados, establece una caracterización termoquímica del bagazo, donde señala parámetros como humedad total (10,69 %) cenizas (9,9 %) materia volátil (66,09 %) carbono fijo (13,33 %) poder calorífico (3229 Kcal/kg) y, resalta el porcentaje



atribuido a materia volátil, dando una amplia idea del poder de combustión que puede llegar a tener el bagazo; su poder calorífico presenta un valor representativo frente a esta biomasa.

La investigación de Roncancio (2012) se enfocó en el estudio del nitrógeno. En el caso de las emisiones de  $\text{NO}_x$ , el nitrógeno presente en el bagazo fue menor al del carbón, reduciendo así la cantidad de este elemento, que podría reaccionar con los radicales de oxígeno presentes en el aire de combustión, generando óxidos de nitrógeno. Observó que las temperaturas de combustión estaban por debajo de los  $1200^\circ\text{C}$ , punto en el cual inicia la generación de  $\text{NO}_x$  térmico, por lo cual no se puede concluir que la reducción en la temperatura implique una disminución del contaminante. Concluye que el bagazo de caña colombiano tiene un poder calorífico de 7473 Btu/lb que, comparado con el del carbón 12745 Btu/lb, es significativo en cuanto a su nivel energético; esto permite obtener beneficios ambientales sin perder mucha potencia.

### Marco teórico

La composición física del bagazo de caña varía entre límites muy estrechos; su propiedad más importante en cuanto a sus cualidades es la humedad; este valor se ubica entre el rango de contenido de humedad como madera húmeda (del 20 al 30 %), debido a su origen y, aun después de secado, no pierde la totalidad de humedad ya que, como materia prima, se comporta como un material “higroscópico” (Pérez-Peña et al., 2011, p. 257); esto es, que tiene la propiedad de ceder o ganar humedad en el intercambio con la humedad existente en el medio ambiente que le rodea.

El bagazo puede ser considerado como un residuo agrícola o de cosecha. Según Infoagro (2016), los residuos de cosecha o agrícolas son la parte de un cultivo que no cumple con los requisitos mínimos de calidad para ser comercializada; pueden ser subproductos de origen vegetal generados por las industrias de transformación agrícolas.

El bagazo de caña de azúcar es un material lignocelulósico constituido principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, representa aproximadamente entre el 25 y 40 % del total de materia procesada, dependiendo del contenido de fibra de la caña y la eficiencia en la extracción del jugo (Pernalet et al., 2008, p. 3)

La biomasa lignocelulósica es una mezcla compleja de polímeros de carbohidratos conocidos como celulosa, hemicelulosa, lignina y pequeñas cantidades de otras sustancias como extractables y cenizas, los cuales están contenidos en la pared celular de las plantas.

Según Peña (2010),

Las cenizas son el residuo inorgánico que queda tras eliminar totalmente los compuestos orgánicos de la muestra; [la ceniza supone el 5 % de la materia seca]. El contenido de cenizas se usa como índice de calidad en algunos alimentos como mermeladas y jaleas. En estos productos el contenido de cenizas es



indicativo del contenido de frutas en los mismos: por lo tanto, se considera como índice de adulteración, contaminación o fraude. (párr. 4/9)

Para generar el proceso de combustión del bagazo a acondicionar, una opción viable es la utilización de briquetas de carbón las cuales, según García (2014),

son un producto hecho a base de desechos maderables (aserrín principalmente), que mediante un proceso de compresión compactan las partículas de aserrín formando un producto con propiedades caloríficas adecuadas para su utilización en los distintos sectores donde se requiere fuentes de energías caloríficas. (p. 4)

Las briquetas de carbón son una alternativa completamente ecológica, sin riesgos de mayor contaminación y pueden ser elaboradas utilizando desechos orgánicos. La fabricación de briquetas más empleadas es la que está hecha de aserrín; no llegan a emplear ningún tipo de aglomerante ya que la humedad y la propia lignina de la madera funcionan como adhesivo natural (Samamé, 2017).

Para generar el proceso de combustión del bagazo a acondicionar, una opción viable es la utilización de briquetas de carbón, las cuales según García (2014), son un producto hecho a base de desechos maderables que, mediante un proceso de compresión, compactan las partículas formando un producto con propiedades caloríficas adecuadas para su utilización en los distintos sectores donde se requiere fuente de energías caloríficas.

La tecnología de combustión o co-combustión hace referencia a un proceso en el cual la interacción térmica y química entre la biomasa (en este caso el bagazo de caña de azúcar), el carbón y la mezcla oxidante permite producir energía sostenible en una planta de potencia, reduciendo las emisiones de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_x$  y  $\text{NO}_x$ .

Cuando se habla de pirólisis del bagazo de caña, se hace referencia a uno de los procesos más eficientes de degradación térmica de una sustancia en ausencia de oxígeno, donde son descompuestas mediante calor, sin que se produzcan las reacciones de combustión. Este proceso termoquímico encargado de convertir la materia orgánica, como el caso del presente estudio en combustibles útiles con alto rendimiento, mediante calentamiento a temperatura moderadamente alta (350-650 °C) es el método más eficaz para competir con las fuentes de combustibles no renovables (Urien, 2013).

### Marco conceptual

**Pirólisis:** es un proceso termoquímico en el que materiales orgánicos son sometidos a temperaturas superiores a 400 °C en condiciones de bajo o nulo oxígeno, convirtiendo estos materiales a sólidos y líquidos de alta densidad energética (Vilca et al., 2022).

**Briqueta de carbón:** las briquetas o leñetas son una fuente de energía calorífica cambiante, ya que son sistematizadas como bioenergía sólida que tiene la utilidad como comburente (biocombustible) en diferentes actividades como en calderas, hornos, parrillas, cocinas, etc. (Samamé, 2017).



**Combustión:** proceso que consiste en someter la biomasa a oxidación, en condiciones de elevada temperatura y con exceso de oxígeno, donde se obtiene como producto final, calor, que se usa para complementar un proceso específico, implicando que el combustible (biomasa) alcance temperaturas altas para mantener la reacción en presencia del comburente, es decir el oxígeno (Nogales, 2016).

**Emisiones atmosféricas:** las elevadas emisiones de contaminantes hacia la atmósfera son la causa de diversos problemas ambientales en la actualidad, desde el nivel local hasta la escala global. Para su evaluación, lo más común es estimar el Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ), Óxidos de Nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), y el MP menor de 10 y 2,5 micrómetros ( $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2,5}$ ), emitidos por generadores, como pueden llegar a ser las centrales azucareras. Para este estudio es común utilizar el método de cálculo basado en el factor de emisión para determinar la tasa de emisión de estos contaminantes.

**Poder calorífico:** el poder calorífico del bagazo de caña de azúcar (como combustible) es un factor determinante en el balance térmico de una fábrica panelera. Después del proceso de pirólisis se puede concluir que el poder calorífico con este tratamiento produce mejor energía calorífica y eficiencia (Samamé, 2017).

**Acondicionamiento:** en Colombia, el uso del bagazo de caña de azúcar se utiliza para la generación eléctrica. Ante las necesidades energéticas mundiales, se ha profundizado en la pirólisis del bagazo de caña de azúcar para la producción de biocombustibles (Buitrago, 2017).

**Trapiche:** molino para extraer el jugo de algunos frutos de la tierra, como las aceitunas y la caña de azúcar. Esta tecnología de extracción se ha utilizado desde hace muchos años, principalmente en las zonas menos desarrolladas, donde se extrae el jugo de la caña de azúcar y se lleva a una poza donde se recoge; de allí pasa a los fondos de la hornaza, donde con la candela se cuaja la miel.

**Biomasa:** es “la fracción biodegradable de productos, desechos y residuos de la agricultura (incluyendo sustancias vegetales y animales), silvicultura e industrias relacionadas, así como la fracción biodegradable de los residuos municipales e industriales” (Cerda, 2012, como se cita en Mendoza, 2022, párr. 16)

**Contaminación atmosférica:** el uso de la energía, en todas sus formas, proporciona un enorme beneficio a la sociedad; sin embargo, también está asociado a numerosos desafíos medioambientales y sociales. La generación de electricidad a partir de combustibles fósiles produce diferentes impactos negativos; el más significativo a nivel local es la contaminación atmosférica; a nivel regional, la lluvia o deposición ácida y, a nivel global, el cambio climático.

## Marco contextual

El desarrollo de esta propuesta de investigación se dio en tres lugares claves: el municipio de Sandoná donde se encuentran los trapiches, el trapiche del cual se toma las muestras de bagazo, es decir el producto a estudiar y, el municipio de



Pasto donde se ubica el laboratorio donde se hace los tratamientos y simulaciones del acondicionamiento por medio de pirólisis.

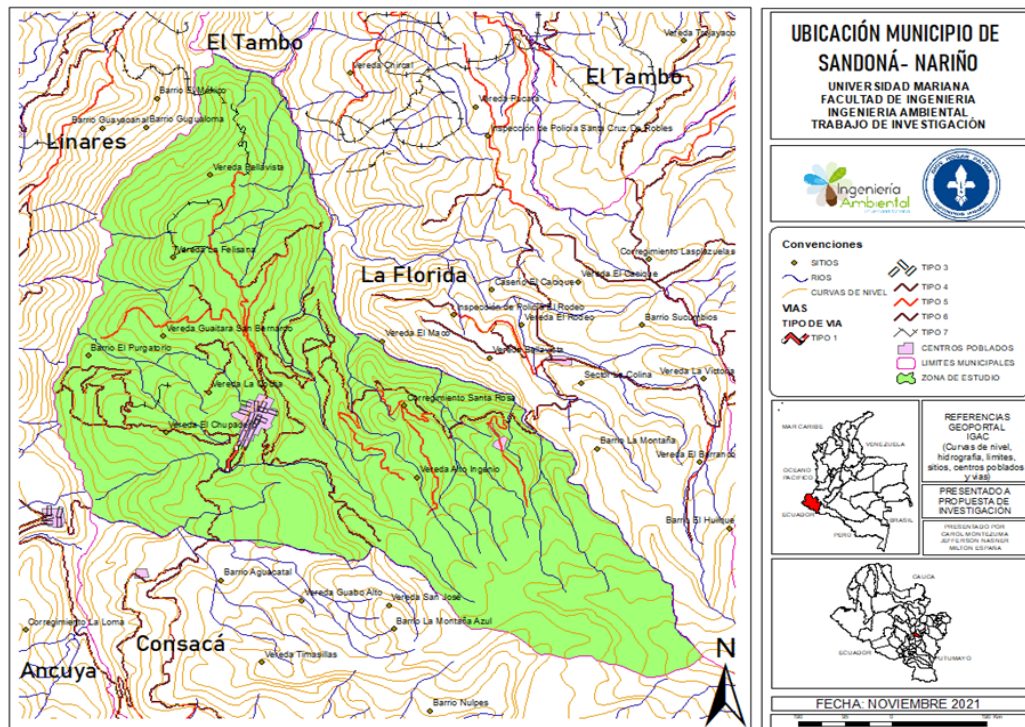
El municipio de Sandoná está ubicado en el departamento de Nariño, a 48 kilómetros aproximadamente de la capital del departamento, San Juan de Pasto. Presenta una altura de 1940 m s.n.m. y su superficie es de 9 700 hectáreas; una temperatura promedio de 17 °C; una humedad del 91 %. Coordenadas de latitud 1 283, longitud -77,467, latitud 1° 16 ' 59 ' ' Norte, y longitud 77° 28 ' 1 ' ' Oeste. A sus límites está los municipios de Linares, La Florida, El Tambo y Ancuya.

El trapiche Carmelita se ubica en el corregimiento de El Ingenio, más o menos a 4 Km de la cabecera del municipio de Sandoná (Figura 1). El municipio de Pasto está ubicado en el departamento de Nariño, a una altitud de 2 543 m s.n.m. con una superficie de 113 100 hectáreas; cuenta con, aproximadamente, 383 846 habitantes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, 2018).

En este municipio se halla el laboratorio del 'Campus Alvernia', perteneciente a la Universidad Mariana, donde se realiza los tratamientos y simulaciones para esta propuesta de investigación, al oeste de la ciudad, con dirección Cl. 7 Oe. #35858, Pasto, Nariño.

**Figura 1**

*Ubicación del municipio de Sandoná y zona de estudio*





## **Metodología**

La manera para obtener los resultados esperados se basa en una metodología analítica experimental, como se explica a continuación:

### **Paradigma de investigación**

La línea y campo de investigación es ambiental, debido a su desarrollo en el campo para controlar la contaminación y el aporte de estrategias de producción más limpia que permitan la disminución de emisiones y, por ende, evitar el deterioro de la calidad del aire.

Esta investigación aplica a un área de control de la contaminación, dada la proliferación de contaminantes en el aire que se presenta por la actividad productiva que genera el residuo de bagazo. Así, se promueve el desempeño de medidas de impacto óptimas, definiendo estrategias técnicas y económicas para minimizar la contaminación.

### **Enfoque de investigación**

Enfoque mixto: cuanti-cualitativo relacionado con la forma de analizar las variables dependientes como temperatura de pirólisis, presión de esta y cantidad de combustible; e independientes, como gases de emisión de bagazo crudo, gases de emisión de bagazo acondicionado y composición del bagazo.

### **Tipo de investigación**

Analítico-experimental donde se lleva a cabo un análisis de la evaluación en el nivel de variación en la presentación de gases al acondicionar el bagazo de caña experimentalmente por medio de pirólisis en la producción de panela.

### **Población y muestra / Unidad de trabajo y unidad de análisis**

La población corresponde a los trapiches presentes en el municipio de Sandoná, ubicados en las zonas urbana y rural, de los cuales se escogió uno, estratégicamente y a conveniencia correspondiente a la muestra, ubicado en el corregimiento de El Ingenio, a 4 km aproximadamente del municipio de Sandoná.

### **Técnica e instrumentos de recolección de información**

En la Tabla 1 se presenta las diferentes actividades a desarrollar, las cuales permiten el desarrollo de los distintos objetivos:

Tabla 1

Actividades para el cumplimiento de los objetivos a desarrollar

| Objetivos                                                                                                                 | Meta                                                                        | Actividad                                                                                                 | Producto                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Caracterizar el bagazo de caña utilizado como combustible en el proceso de fabricación de panela                          | Conocer las principales características fisicoquímicas del bagazo de caña.  | Visita de caracterización del proceso de producción de panela en el trapiche.                             | Descripción cualitativa del proceso productivo por medio de un diagrama de flujo. |
|                                                                                                                           |                                                                             | Análisis de flujos de materia y energía en el proceso.                                                    | Balance de materia y energía para el proceso de fabricación de panela.            |
|                                                                                                                           |                                                                             | Toma de muestra integrada de bagazo del trapiche, seleccionado durante un proceso de obtención de panela. | Muestra de bagazo (kg) para análisis y acondicionamiento.                         |
|                                                                                                                           |                                                                             | Realización de pruebas físico químicas en laboratorio hacia el bagazo crudo.                              | Características fisicoquímicas del bagazo.                                        |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                           |                                                                                   |
| Implementar un proceso de simulación de pirólisis en el laboratorio, que permita el acondicionamiento del bagazo de caña. | Acondicionamiento funcional del bagazo de caña como carbón para combustión. | Elaboración de briquetas de prueba para bagazo de caña crudo y acondicionado (carbón de bagazo).          | Medio adecuado (briqueta) para la combustión del bagazo.                          |
|                                                                                                                           |                                                                             | Parametrización del proceso de pirólisis adecuado al bagazo de caña.                                      | Parámetros para la pirólisis.                                                     |
|                                                                                                                           |                                                                             | Estandarización del proceso de pirólisis en laboratorio.                                                  | Proceso de pirólisis estandarizado en pruebas piloto.                             |
|                                                                                                                           |                                                                             | Obtención de carbón de bagazo de caña.                                                                    | Masa de carbón de bagazo de caña.                                                 |



|                                                                                            |                                                                                                                                                                                  |                                                                              |                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Cuantificar las emisiones generadas por el bagazo de caña antes y después del tratamiento. | Verificación de la diferencia de emisiones y poder calorífico entre briquetas crudas y acondicionadas experimentales de las emisiones producto, antes y después del tratamiento. | Parametrizar un proceso de combustión adecuado.                              | Parámetros de combustión                                                               |
|                                                                                            |                                                                                                                                                                                  | Estandarizar la combustión adecuada bajo los procesos de producción de caña. | Proceso de combustión estandarizado                                                    |
|                                                                                            |                                                                                                                                                                                  | Mediciones durante proceso de combustión con bagazo crudo y acondicionado.   | Concentración de gases de combustión.                                                  |
|                                                                                            |                                                                                                                                                                                  | Cuantificar emisiones de bagazo de caña crudo y acondicionado.               | Concentración de emisiones y caudal de flujo.                                          |
|                                                                                            |                                                                                                                                                                                  | Cuantificación de la variación en la emisión de gases entre tratamientos.    | Tratamiento más eficaz, que produce menos emisiones de gases.                          |
|                                                                                            |                                                                                                                                                                                  | Analizar el comportamiento en la reducción de emisiones entre tratamientos.  | Relación y comparación de los resultados obtenidos respecto a las normas relacionadas. |

Las técnicas de investigación

Se presenta dos experimentos conformados por un diseño de experimento aleatorio de efectos principales (Tabla 2) y experimento unifactorial de efectos fijos (Tabla 3), con el propósito de realizar una selección de carbón preliminar y, posteriormente, comparar las emisiones entre tratamientos.

**Tabla 2**

*Diseño experimental: experimento aleatorio de efectos principales*

|                         |                                                                        |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| OBJETIVO                | Producir carbón por medio de la pirólisis a partir del bagazo de caña. |
| VARIABLE DE RESPUESTA   | Potencial calorífico                                                   |
|                         | Composición química                                                    |
| FACTORES DE ESTUDIO     | Temperatura                                                            |
|                         | Tiempo                                                                 |
|                         | Aglutinante                                                            |
| NIVELES DE LOS FACTORES | T°1 T°2 T°3                                                            |
|                         | t1, t2, t3                                                             |
|                         | A1, A2, A3                                                             |
| FACTORES DE DISEÑO      | Masa de bagazo                                                         |
|                         | Cantidad de aglutinante                                                |
| FACTORES DE RUIDO       | Humedad del bagazo                                                     |
|                         | Tiempo de almacenamiento del bagazo                                    |

*Nota:* cuando se habla de factores de ruido se hace referencia a los parámetros que no podemos controlar o que no son el centro de la investigación; sin embargo, en los análisis y muestreo de esta investigación se optará por hacerlo, con un bagazo seco y con un tiempo de almacenamiento menor a diez días.

Para el desarrollo del experimento se estableció una tabla de orden estándar (Tabla 3) que presenta los tratamientos a realizar y las combinaciones estratégicas para el desarrollo, resaltando que el carbón con mayor poder calorífico, nombrado como ‘carbón seleccionado’, será el que se implementará en el diseño unifactorial de efectos fijos, posterior a realizar.

**Tabla 3**

*Tabla de orden estándar para el Experimento aleatorio de efectos fijos*

| TRATAMIENTOS | N^k         | 3^3= 27 | De los cuales se escogerán únicamente 9, de acuerdo al método de N^k-1 | N^k-1 | 3^3-1=9 |       |
|--------------|-------------|---------|------------------------------------------------------------------------|-------|---------|-------|
| TRATAMIENTO  | TEMPERATURA | TIEMPO  | AGLUTINANTE                                                            | VR-R1 | VR-R2   | VR-R3 |
| 1            | 1           | 1       | 1                                                                      |       |         |       |
| 2            | 2           | 1       | 1                                                                      |       |         |       |
| 3            | 3           | 1       | 1                                                                      |       |         |       |
| 4            | 1           | 2       | 1                                                                      |       |         |       |
| 5            | 2           | 2       | 1                                                                      |       |         |       |
| 6            | 3           | 2       | 1                                                                      |       |         |       |
| 7            | 1           | 3       | 1                                                                      |       |         |       |
| 8            | 2           | 3       | 1                                                                      |       |         |       |
| 9            | 3           | 3       | 1                                                                      |       |         |       |



*Nota:* de los anteriores tratamientos, se escogerá nueve al azar con sus respectivas combinaciones, y se realizará tres repeticiones por cada uno de ellos en días diferentes, para lograr un valor más significativo y confiable.

**Tabla 4**

*Diseño experimental: experimento unifactorial de efectos fijos*

|                       |                                                                       |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| OBJETIVO              | Cuantificar y comparar las emisiones atmosféricas entre tratamientos. |
| VARIABLE DE RESPUESTA | Emisiones atmosféricas                                                |
| FACTOR                | Material usado para la combustión                                     |
| NIVELES DEL FACTOR    | Bagazo crudo                                                          |
|                       | Carbón seleccionado                                                   |

*Nota:* este experimento está relacionado directamente con la hipótesis propuesta, que se busca aceptar o rechazar a partir de la variable de respuesta de este experimento.

Es importante mencionar que, el tamaño de la muestra será establecido mediante un ensayo o experimento preliminar; del mismo modo, para los análisis de datos se utiliza gráficos como los de Pareto en SIGMAPLOT y software estadístico como SPSS y R-STUDIO.

**Resultados esperados**

Por medio de esta investigación se busca realizar una caracterización fisicoquímica del combustible bagazo, analizando sus propiedades principales, así como también, hacer una parametrización adecuada para la combustión de unos experimentos control. Se obtendrá un carbón de bagazo por medio de la pirólisis, para la medición de emisiones y su respectivo análisis y comparación con el experimento control.

Por medio del cumplimiento de las actividades se obtendrá un diagrama de descripción cualitativa en donde se observe el proceso productivo y se identifique operaciones unitarias que generan emisiones.



## Referencias

- Aldana, J. C., Ortiz, L. F. y Triana, C. A. (2020). *Formulación teórica para la obtención de filmes y revestimientos a base de almidón de yuca* [Tesis de Pregrado, Universidad ECCI]. <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1379/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Buitrago, L. A. (2017). *Pirólisis del bagazo de caña de azúcar* [Tesis de Pregrado, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/39789>
- Decreto 2107 de 1995. (1995, 30 de noviembre). Presidencia de la República de Colombia. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=7128>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190726-CNPV-presentacion-Narino-Pasto.pdf>
- Fonseca, S. E. (2002). *Guía ambiental para el subsector panelero*. FedePanela.
- García, M. E. (2014). *Diseño de proceso y de planta piloto para fabricación de briquetas de aserrín* [Tesis de Pregrado, Universidad de Piura]. [https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/1829/ING\\_535.pdf?sequence=1](https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/1829/ING_535.pdf?sequence=1)
- Hernández-Garcés, A., Reinoso-Valladares, M. y Hernández-Bilbao, F. (2017). Contaminantes atmosféricos procedentes de centrales azucareros espirituanos. *Márgenes*, 5(2), 1-11.
- Infoagro. (2016). Concepto de residuos agrícolas y características generales. <https://mexico.infoagro.com/concepto-de-residuos-agricolas-y-caracteristicas-generales/>
- Labrada, B. L. (2009). *Estudio de la pirólisis discontinua del bagazo de caña. Tecnología química Vol. 18. Nos. 1 y 2, 1998*. Editorial Universitaria, 2009.
- Ley 2005 de 2019. (2019, 2 de diciembre). Congreso de la República de Colombia. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=124418>
- Mendoza, E. (2022). La biomasa como energía renovable. <https://fotonasesores.com/la-biomasa-como-energia-renovable/>
- Oficina Internacional del Trabajo (OIT). (2013). El desarrollo sostenible, el trabajo decente y los empleos verdes. *Conferencia Internacional del trabajo, 102.ª reunión*. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/ed\\_norm/relconf/documents/meetingdocument/wcms\\_210289.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/ed_norm/relconf/documents/meetingdocument/wcms_210289.pdf)





- Peña, C. M. (2010). Determinación de cenizas totales o residuo mineral. <http://avibert.blogspot.com/2010/12/determinacion-de-cenizas-totales-o.html>
- Pérez-Peña, N., Valenzuela, L., Díaz-vaz, J. E. y Ananías, R. A. (2011). Predicción del contenido de humedad de equilibrio de la madera en función del peso específico de la pared celular y variables ambientales. *Maderas, Ciencia y Tecnología*, 13(3), 253-266. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2011000300002>
- Pernalet, Z., Piña, F., Suárez, M., Ferrer, A. y Aiello-Mazzari, C. (2008). Fraccionamiento del bagazo de caña de azúcar mediante tratamiento amoniacal: efecto de la humedad del bagazo y la carga de amoníaco. *Bioagro*, 20(1), 3-10.
- Nogales, S. (2016). Reducción de las emisiones asociadas a la combustión y pirólisis de biomasa mediante diversos métodos. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=54189&info=resumen&idioma=ENG>
- Resolución 2254 de 2017. (2017, 01 de noviembre). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. [https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_minambienteds\\_2254\\_2017.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambienteds_2254_2017.htm)
- Roncancio, J. A. (2012). *Diseño, construcción y puesta en marcha de una cámara de combustión, para Co-firing y Reburn, con el fin de determinar la viabilidad del bagazo de caña como reductor de emisiones de NOx cuando se quema con carbón bajo la tecnología de Co-firing* [Tesis de Maestría, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/11874>
- Samamé, W. E. (2017). *Determinación del poder calorífico de briquetas de carbón utilizando cantidades de residuos de biomasa* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10893/samame\\_gw.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10893/samame_gw.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Urien, A. (2013). *Obtención de biocarbones y biocombustibles mediante pirólisis de biomasa residual* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Educación a Distancia]. [https://digital.csic.es/bitstream/10261/80225/1/BIOCARBONES\\_CENIM\\_CSIC.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/80225/1/BIOCARBONES_CENIM_CSIC.pdf)
- Vilca, K., Rodríguez, S., Atarama, U., Cueva, C., Concha, W. J., Atausupa, M. A. y Gosgot, W. (2022). Pirólisis: una revisión de conceptos y aplicaciones en la gestión de residuos sólidos. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 6(1), 43-56. <https://doi.org/10.25127/aps.20221.854>

# Capítulo 16

## Evaluación de tres pretratamientos por hidrólisis aprovechando residuos de café para la producción de bioetanol

Andrés Hernán Rosero Erazo<sup>1</sup>  
Cristian Fernando Delgado Coral<sup>2</sup>  
Juan Carlos Narváez Burgos<sup>3</sup>

**Cítese como:** Rosero-Erazo, A. H., Delgado-Coral, C. F. y Narváez-Burgos, J. C. (2023). Evaluación de tres pretratamientos por hidrólisis aprovechando residuos de café para la producción de bioetanol. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 181-200). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c346>

### Resumen

Se usó tres tratamientos de hidrólisis para obtener bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos como la pulpa y el mucílago de café, obtenidos durante el despulpe y el proceso de beneficio de café. El residuo lignocelulósico se obtuvo de la vereda Yunguilla en el municipio de Samaniego, Nariño. Inicialmente, se hizo una caracterización fisicoquímica que continuó con tres diseños experimentales: el primero, la hidrólisis térmica usando dos factores: el tiempo (4 y 8 minutos) y, la temperatura (90 y 150 °C); el segundo, denominado hidrólisis ácida, evaluó dos factores: el tiempo (10 y 15 minutos) y, el ácido (nítrico y sulfúrico).

El tercer diseño de experimentos, denominado 'hidrólisis enzimática', evaluó dos factores: el tipo de enzima (amilasa y celulasa) y, el tiempo de incubación (8 y 24 horas). Para los tres diseños experimentales, las variables de respuesta fueron los azúcares totales, encontrando que estos permiten evaluar diferentes factores en la hidrólisis térmica, ácida y enzimática. De acuerdo con los resultados, la hidrólisis enzimática con tiempos de incubación de 24 horas y usando la enzima amilasa, logra aumentar la concentración de azúcares en 1744 mg/l.

**Palabras clave:** bioetanol; hidrólisis; ácido; enzima; café.

<sup>1</sup> Universidad Mariana, Programa de Ingeniería ambiental. Correo: andreshrosero@umariana.edu.co

<sup>2</sup> Universidad Mariana, Programa de Ingeniería ambiental. Correo: crdelgado@umariana.edu.co

<sup>3</sup> Universidad Mariana, Programa de Ingeniería ambiental. Correo: jcnarvaez@umariana.edu.co



## **Evaluation of three hydrolysis pretreatments using coffee waste for bioethanol production**

### **Abstract**

Three hydrolysis treatments were used to obtain bioethanol from lignocellulose residues such as coffee pulp and mucilage, obtained during the pulping and coffee milling process. The lignocellulose residue was obtained from the Yunguilla village in the municipality of Samaniego, Nariño. Initially, a physicochemical characterization was made and continued with three experimental designs: the first, thermal hydrolysis using two factors: time (4 and 8 minutes) and temperature (90 and 150 °C); the second, called acid hydrolysis, evaluated two factors: time (10 and 15 minutes) and acid (nitric and sulfuric).

The third experimental design, called 'enzymatic hydrolysis', evaluated two factors: the type of enzyme (amylase and cellulase) and the incubation time (8 and 24 hours). For the three experimental designs, the response variables were total sugars, finding that these allow the evaluation of different factors in thermal, acid, and enzymatic hydrolysis. According to the results, enzymatic hydrolysis with incubation times of 24 hours and using the enzyme amylase, manages to increase the concentration of sugars by 1744 mg/l.

*Keywords:* bioethanol; hydrolysis; acid; enzyme; coffee.

## **Avaliação de três pré-tratamentos de hidrólise usando resíduos de café para a produção de bioetanol**

### **Resumo**

Três tratamentos de hidrólise foram usados para obter bioetanol de resíduos lignocelulósicos, como polpa e mucilagem de café, obtidos durante o processo de despulpamento e moagem do café. O resíduo lignocelulósico foi obtido no vilarejo de Yunguilla, no município de Samaniego, Nariño. Inicialmente, foi feita uma caracterização físico-química, que prosseguiu com três delineamentos experimentais: 1) hidrólise térmica, usando dois fatores: tempo (4 e 8 minutos) e temperatura (90 e 150 °C); 2) denominado 'hidrólise ácida', avaliou dois fatores: tempo (10 e 15 minutos) e ácido (nítrico e sulfúrico).

O terceiro projeto experimental, denominado 'hidrólise enzimática', avaliou dois fatores: o tipo de enzima (amilase e celulase) e o tempo de incubação (8 e 24 horas). Para os três projetos experimentais, as variáveis de resposta foram os açúcares totais, o que permite a avaliação de diferentes fatores na hidrólise térmica, ácida e enzimática. De acordo com os resultados, a hidrólise enzimática com tempos de incubação de 24 horas e usando a enzima amilase, consegue aumentar a concentração de açúcares em 1.744 mg/l.

*Palavras-chave:* bioetanol; hidrólise; ácido; enzima; café.



## Introducción

En la actualidad, Colombia sigue anclada económicamente a los combustibles fósiles ya que, según MásColombia (2022), la primera actividad económica son las exportaciones de combustibles fósiles y productos de las industrias extractivas, con un 54 % de participación. Cabe resaltar, como afirma Reyes (1999) que, los combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural generan grandes impactos y problemas ambientales; por esta razón, se busca un cambio para la reducción de los problemas ambientales ocasionados por la quema de combustibles fósiles que desencadenan contaminación atmosférica y cambio climático. Se apuesta, entonces, por una transición entre los combustibles fósiles por biocombustibles, haciendo uso de biomasa.

Las Naciones Unidas (UN, s.f.), en su reporte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) sobre tendencias e impulsores de las emisiones indican que, la producción de combustibles fósiles debe disminuir aproximadamente un 6 % anual entre 2020 y 2030, lo que repercutiría en una disminución de los gases de efecto invernadero (GEI). Por lo anterior, se hace uso de biomasa lignocelulósica; es decir, residuos de café pulpa y mucílago, teniendo en cuenta la producción anual de café colombiano que cerró con 14.8 millones de sacos de 60 Kg, representando un 9 % más que en 2018 (Federación Nacional de Cafeteros, 2020). De otro lado, Fernández-Cortés et al. (2020) y Cerquera et al. (2022), en sus estudios sobre los impactos ambientales que causan los residuos de café, profundizan en cómo esta biomasa genera contaminación en las fuentes hídricas, además del deterioro o erosión de la fertilidad y humedad de los suelos durante toda la cadena productiva.

En este orden de ideas, se buscó utilizar los residuos lignocelulósicos a nivel local en la vereda de Yunguilla en el municipio de Samaniego, evaluando la producción de bioetanol a partir de tres pretratamientos, por hidrólisis térmica, ácida y enzimática de los residuos de café (pulpa y mucílago) en condiciones de laboratorio, logrando responder la pregunta de investigación sobre ¿Qué pretratamiento de hidrólisis permite un mejor acondicionamiento de los residuos de café pulpa y mucílago, para la producción de bioetanol de segunda generación?

Además, la presente investigación será un marco teórico y metodológico para futuras investigaciones en la Universidad Mariana o en la región, sobre los biocombustibles, enfocándose en evaluar diferentes pretratamientos que acondicionen la biomasa para llegar a la calidad establecida en la normatividad colombiana y, así mismo, mejorar significativamente la cantidad, dándole un carácter novedoso al estudio, ya que se está haciendo uso de residuos lignocelulósicos; igualmente, aporta con nuevas estrategias ambientales para la disminución de los impactos ambientales ocasionados por la inadecuada disposición final del residuo, contribuyendo con los caficultores en la solución de esta problemática.

Para acondicionar los residuos de café, se planteó tres diseños de experimentos de efectos fijos completamente aleatorizados, evaluando tres pretratamientos



denominados hidrólisis térmica, ácida y enzimática, encontrando como variables de respuesta, los azúcares totales y grados brix, que son utilizados en el proceso de fermentación alcohólica; sin embargo, los residuos lignocelulósicos como los residuos de café después del proceso de despulpado en la finca, inician procesos fermentativos que dificultan su manejo. El diseño de experimentos sobre el pretratamiento de los residuos para la obtención de bioetanol contribuye al control de la contaminación. Por otra parte; la importancia de la evaluación de los pretratamientos de hidrólisis térmica, ácida y enzimática logra aumentar la concentración de glucosa presente en el residuo, encontrando el mejor diseño de experimentos con la hidrólisis enzimática con tiempos de incubación de 24 horas con la enzima amilasa (EA-24h), logrando una concentración de azúcares totales de 1744.92 mg/l y en los grados brix de 6.55 °Brix.

## Desarrollo

### Formulación del problema

A lo largo de la historia y en busca de satisfacer sus necesidades, la humanidad ha utilizado diferentes combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural, como fuente de energía para ser usada en procesos de combustión que han ayudado a lograr una cocción de los alimentos y brindar protección en temperaturas bajas; estos combustibles han generado grandes impactos y problemas ambientales (Reyes, 1999); muchas autoridades legisladoras asumen que la sustitución de los combustibles fósiles por aquellos obtenidos a partir de biomasa, tendría unos efectos importantes y positivos sobre el cambio climático mediante la generación de unos niveles menores de GEI, causantes del calentamiento global.

Colombia es un país que depende de los combustibles fósiles, pues son la principal fuente de ingresos por sus exportaciones, como lo indica el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2021): en junio de 2021 las ventas externas del país aumentaron en un 33,1 % con relación a junio de 2020, debido principalmente al crecimiento de 56,3 % en las ventas externas del grupo de combustibles; por esta razón, se pretende reducir los problemas ambientales que deja la quema de combustibles fósiles, que generan contaminación atmosférica y cambio climático (Reyes, 1999).

Debido a la contaminación causada por los combustibles fósiles, se requiere implementar nuevas estrategias que disminuyan esta problemática ambiental, por lo cual se piensa en los residuos agrícolas o residuos lignocelulósicos que son generados en grandes cantidades, dado que son fuente de energía económica y renovable con menos emisiones de GEI (Hurtado, 2016), más aún cuando la producción anual de café en Colombia cerró en 2019 con 14.8 millones de sacos de 60 Kg, superando al año 2018 (Federación Nacional de Cafeteros, 2020), reconociendo que las grandes cantidades de residuo mucílago y pulpa de café no tienen una adecuada disposición y almacenamiento final durante el proceso de beneficio.

Fernández-Cortés et al. (2020), en su estudio sobre los impactos ambientales que causan los residuos de café indican que estos, al no tener una debida disposición final, generan contaminación en las fuentes hídricas; por consiguiente, se convierten en un grave problema ambiental que lleva al deterioro o erosión de la fertilidad y humedad de los suelos. Por su parte, Cerquera (2022) exterioriza que los residuos de café, durante todo el proceso de siembra, cultivo, cosecha, beneficio, tueste y producción final, llegan a afectar los recursos hídricos, suelos y, también, la atmósfera en las regiones donde se lleva a cabo estas prácticas agrícolas; por lo tanto, en Colombia se está incursionando con nuevas políticas y estrategias para la elaboración de nuevas energías limpias; es decir, más sostenibles; en este caso, iniciar una transición dejando atrás los combustibles fósiles y usar biocombustibles amigables con el medio ambiente (Cortés et al., 2011), dado que estos pueden ser producidos a base de biomasa; por ende, los residuos de café pulpa y mucílago serán transformados en biocombustible, pues solo necesitan diferentes tratamientos y procedimientos para convertirse en bioetanol.

### Metodología

**Primer objetivo:** Analizar los parámetros fisicoquímicos de la composición del subproducto a aprovechar (pulpa y mucílago).

Para analizar los parámetros fisicoquímicos del residuo de café pulpa y mucílago, se hizo una revisión bibliográfica referente a la producción de café y medición de diferentes parámetros fisicoquímicos; luego, visitas a campo a las fincas caficultoras en la vereda Yunguilla en el municipio de Samaniego, recolectando información referente a la producción de café; posteriormente, se empezó la recolección de los residuos de café, llegando a recolectar en la primera visita 30 kg de residuo; se procedió a transportar el residuo en cadena de frío a 4 °C para no iniciar procesos de fermentación y, para finalizar, se desarrolló los análisis fisicoquímicos como: cenizas, humedad, grados brix, azúcares totales y lípidos en los laboratorios de Alvernia.

**Segundo objetivo:** Estandarizar el proceso de pretratamiento por hidrólisis térmica, ácida y enzimática de la pulpa y mucílago del café en la producción de bioetanol.

La estandarización de los procesos de pretratamiento por hidrólisis fueron hechos siguiendo diferentes actividades, empezando con una revisión bibliográfica de diferentes métodos utilizados en la hidrólisis, para generar guías de laboratorio y estandarizar los pretratamientos; de igual manera, una revisión bibliográfica para la fermentación y destilación; a continuación, se redujo el tamaño de la pulpa para iniciar los pretratamientos; luego se buscó las enzimas de amilasa y celulasa junto con los ácidos nítrico y sulfúrico, realizando los tres tipos de hidrólisis térmica, ácida y enzimática; consecutivamente, se inició con el diseño de experimentos (Tabla 1).



**Tabla 1**

*Diseño de experimentos*

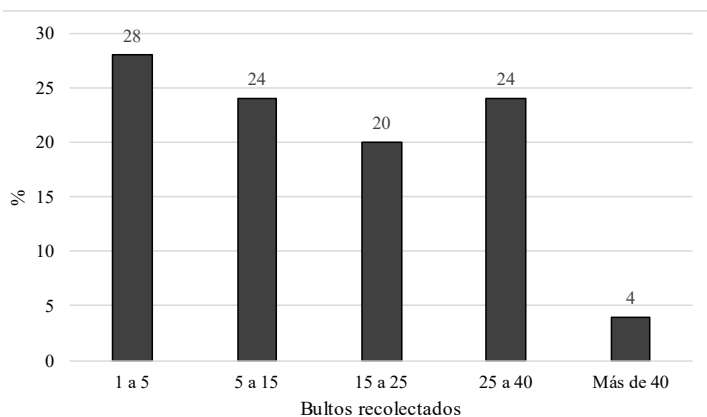
| Diseño de experimentos |      | Tratamiento | Tiempo      | N. Tratamiento | V.R     |
|------------------------|------|-------------|-------------|----------------|---------|
| Hidrólisis Térmica     | T90  | →           | 4min        | T90 – 4min     | 'B - AT |
|                        |      |             | 8min        | T90 – 8min     | 'B - AT |
|                        | T150 | →           | 4min        | T150 – 4min    | 'B - AT |
|                        |      |             | 8min        | T150 – 8min    | 'B - AT |
| Hidrólisis Ácida       | A.S  | →           | 10min       | A.S – 10min    | 'B - AT |
|                        |      |             | 15min       | A.S – 15min    | 'B - AT |
|                        | A.N  | →           | 10min       | A.N – 10min    | 'B - AT |
|                        |      |             | 15min       | A.N – 15min    | 'B - AT |
| Hidrólisis Enzimática  | E.C  | →           | 8h          | E.C – 8h       | 'B - AT |
|                        |      |             | 24h         | E.C – 24h      | 'B - AT |
|                        | E.A  | →           | 8h          | E.A -8h        | 'B - AT |
|                        |      |             | 24h         | E.A - 24h      | 'B - AT |
| Café Control           | C.C  |             | Grados Brix | Azúcares total | 'B - AT |
|                        |      |             |             |                | 24      |
|                        |      |             |             |                | 24      |
|                        |      |             |             |                | 24      |
|                        |      |             |             |                | 12      |

## Análisis de los parámetros fisicoquímicos de la composición del subproducto para aprovechar pulpa y mucílago

En el municipio de Samaniego, exactamente en la vereda de Yunguilla, según los datos encontrados en la Alcaldía del municipio, se ubicó a 178 familias que practican la caficultura; por ende, se hace uso de la ecuación para hallar la muestra, encontrando 25 familias caficultoras; sin embargo, la confiabilidad se redujo al 85 %, debido a que las áreas donde están las familias son extensas y, por cuestión de tiempo, se utilizó este nivel de confiabilidad. Según las respuestas de las familias caficultoras, se presenta a continuación el café recolectado en la vereda.

**Figura 1**

*Café recolectado por las familias caficultoras en la vereda Yunguilla*





En cuanto a la cantidad de bultos recolectados, el 28 % de las familias, al tener áreas pequeñas, logra recolectar entre uno y cinco bultos de café, continuando con el 24 % que recolecta entre cinco y 15 bultos; el 20 % entre 15 y 25 bultos; el 24 % entre 25 y 40 bultos y, tan solo el 4 %, más de 40 bultos, en un periodo de seis meses. Cabe mencionar que cada bulto tiene 62 Kg; es decir, las 25 familias caficultoras encuestadas logran recolectar alrededor de 406 bultos: 25 110 Kg de café cada seis meses; 50 220 Kg/año.

Sin embargo, esta cantidad puede variar debido a que en esta región de Nariño se realiza la recolección una vez al año, en la denominada 'gran cosecha', en los meses de mayo y junio. Por otro lado, están los denominados 'pepeos', que inician desde los meses de febrero y, la cantidad de café recolectado puede aumentar o disminuir. En el informe de la Federación Nacional de Cafeteros (2020) presentado en el 89 Congreso Nacional de Cafeteros, la producción nacional alcanzó 13.4 millones de sacos; por lo tanto, la cantidad de residuos generados puede ser aprovechada en compostaje, biocombustible, entre otros; pero, las malas prácticas ambientales y el porcentaje de café que no es utilizado pueden llegar a afectar el medio ambiente, como ya se ha mencionado.

De acuerdo con el beneficio que se le hace al café, como el tradicional o lavado, se utiliza cantidades de agua que pueden ser recirculadas o no, de acuerdo con las buenas prácticas ambientales de los caficultores. Ramírez et al. (2015) indican que los lixiviados son un problema, debido a la alta carga contaminante DQO: 110.000 ppm. kg-1, que se puede encontrar durante el proceso de beneficio.

**Tabla 2**

*Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la pulpa y mucílago de café*

| Descriptivos   | Humedad (%)         | Cenizas (%)        | Lípidos (%) | GradosBrix (°Brix) | AzúcaresTotales (mg/l) |
|----------------|---------------------|--------------------|-------------|--------------------|------------------------|
| Media          | 16.757              | 1.127              | 0.316       | 2.961              | 382.127                |
| Error estándar | 0.01                | 0.001              | 0.001       | 0.04               | 0.03                   |
| Mediana        | 16.749              | 1.127              | 0.316       | 2.982              | 382.135                |
| Moda           | 16.710 <sup>a</sup> | 1.120 <sup>a</sup> | 0.316       | 2.809 <sup>a</sup> | 382.030 <sup>a</sup>   |
| Desv. Estandar | 0.030               | 0.002              | 0.003       | 0.10               | 0.06                   |
| Varianza       | 0.001               | 0.001              | 0.001       | 0.010              | 0.004                  |

En la Tabla 2 se presenta los parámetros medidos en los laboratorios de Alvernia de la Universidad Mariana. Se midió parámetros de humedad con un  $16,76 \pm 0,03$  %, un error estándar de la media de 0.01, indicando el error de la media poblacional a partir de una muestra de datos con seis repeticiones; por otro lado, la varianza encontrada es de 0.001, que indica la dispersión de los datos respecto a la media encontrada, generando menor riesgo en el procedimiento de humedad.

Para el caso de la humedad, el valor promedio es de  $16,76 \pm 0,03$  %. Vargas y Mazón (2004) utilizando una temperatura de  $103^{\circ}\text{C}$  y muestras de 5,00 g; el tiempo establecido fue de 2 h. Se estudiaron 3 lotes de pulpa de café cada uno con un



contenido de humedad diferente (bajo, intermedio y alto reportaron valores entre 17,4 y 17,8 % en base seca, muy cercanos a los hallados en la presente investigación en base seca, lo que indica que la cantidad de agua de los residuos de café es aproximadamente la tercera parte de la masa total. En cuanto al porcentaje de cenizas, la media encontrada es de  $1.127 \pm 0.001$  % con un error estándar de 0.001. Valores muy cercanos a cero implican que los datos no presentan ruido; es decir, el procedimiento de las seis repeticiones en la determinación de cenizas es muy similar, además de generar confianza en el procedimiento y resultado.

Para finalizar la medición de parámetros, se tiene los azúcares totales, encontrando  $382\ 127 \pm 0.06$  mg/l con un error estándar de la media de 0.03; entre estos están la glucosa, fructuosa, sacarosa, lactosa, entre otros, que son utilizados por bacterias para fermentarlos en alcoholes o ácido acético; no obstante, estos resultados pueden variar según el tiempo y la refrigeración del residuo.

Para la determinación de azúcares totales utilizando el método fenol-sulfúrico se ubica un valor de  $382\ 127 \pm 0.06$  mg/l. Los factores que afectan a que se halle en mayor o menor concentración son: la variedad de café y, que la cereza esté en el punto óptimo de maduración, es decir, roja; para el caso de estudio, el café seleccionado fue la variedad caturra. Puerta y Riosa (2014) encontraron factores que afectan la concentración de azúcares totales, como es el caso de la fermentación, por lo cual, al no tener refrigeración, inician actividades microbianas que hacen uso de la glucosa presente en el residuo.

### **Procesos de pretratamiento por hidrólisis térmica, ácida y enzimática de la pulpa y mucílago del café en la producción de bioetanol**

Para el desarrollo del segundo objetivo específico de la presente investigación se estandarizó los pretratamientos por hidrólisis térmica, ácida y enzimática, aprovechando los residuos de café pulpa y mucílago, donde las variables de respuesta son los azúcares totales; posteriormente se utilizó programas estadísticos para su análisis como SPSS, SIGMAPLOT y RSTUDIO.

#### **Figura 2**

*Reducción de los residuos de café antes de ser molidos*



En la reducción del tamaño de los residuos pulpa y mucílago de café se usó dos molinos eléctricos: uno de ellos es una licuadora y el otro, un molino industrial, buscando reducir al máximo el tamaño del residuo, ya que en los procedimientos de hidrólisis es más sencilla su manipulación; además, el pretratamiento por hidrólisis térmica, ácida y enzimática tiene mayor eficacia.

### **Estandarización de hidrólisis térmica en temperaturas de 90 °C y 150 °C**

Para la presente investigación, se siguió diferentes metodologías no estandarizadas, a las cuales se les hizo algunas modificaciones. Torres-Cabezas (2019) empleando un equipo de explosión de vapor y a partir del análisis de alfa celulosa, análisis termogravimétrico (TGA) trabajó con 25 gramos de materia prima y 800 ml de agua, obteniendo una relación o carga de sólidos constante de 32g/g para todos los ensayos. Correa et al. (2012) usaron una carga de sólidos de seis gramos de agua por cada gramo de materia prima. En el caso de estudio se utilizó una relación 1:3; esto es, un gramo de residuo por cada tres ml de agua destilada.

En el diseño de experimentos se tiene dos factores: la temperatura y el tiempo; en este caso, existen diferentes temperaturas donde inicia el proceso de hidrólisis. Correa et al. (2012) usaron temperaturas desde los 110 a 240 °C. Por otro lado, se sigue la metodología propuesta, pero se hace algunas modificaciones, utilizando dos temperaturas denominadas T1 = 90 °C y T2 = 150 °C.

### **Figura 3**

*Reactor adaptado tipo BATCH*



Con el diseño de experimentos se identifica las variables del diseño experimental; para la clasificación en el caso particular de tratamientos se utilizó la ecuación donde es el número de niveles del factor y es el factor, obteniendo cuatro tratamientos con tres repeticiones para cada uno; el diseño experimental empleado es un diseño para comparar dos o más tratamientos completamente al azar de efectos fijos.



Tabla 3

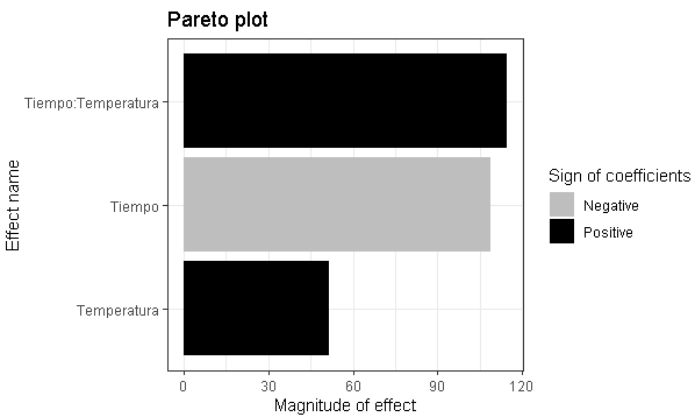
Estadística descriptiva de azúcares totales en la hidrólisis térmica

| Estadísticos               | T90 - t4             | T90 - t8             | T150 - t4 | T150 - t8 | CC     |
|----------------------------|----------------------|----------------------|-----------|-----------|--------|
| Media                      | 1710.26              | 1263.48              | 1584.03   | 1595.59   | 380.78 |
| Error estándar de la media | 1.9                  | 0.7                  | 1.1       | 1.3       | 2.1    |
| Mediana                    | 1708.70              | 1263.70              | 1582.70   | 1596.70   | 382.05 |
| Moda                       | 1703.70 <sup>a</sup> | 1260.70 <sup>a</sup> | 1581.70   | 1599.70   | 381.70 |
| Desv. Estandar             | 5.6                  | 2.2                  | 3.3       | 3.9       | 5.1    |
| Varianza                   | 31.3                 | 4.7                  | 11.0      | 15.1      | 25.7   |

La Tabla 3 permite observar los resultados obtenidos en la estadística descriptiva, para lo cual se usó el programa estadístico SPSS; los parámetros medidos fueron: media, error estándar de la media, mediana, moda, desviación y varianzas, para lograr una mejor contextualización de todos los datos.

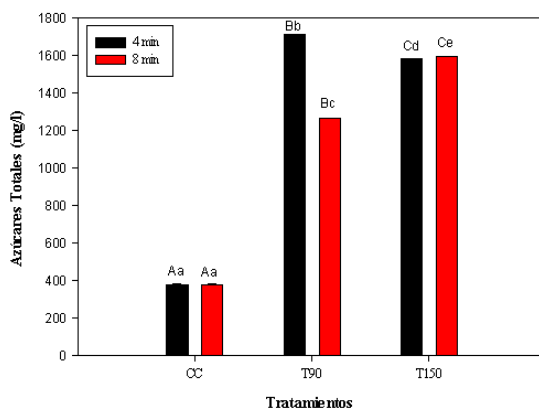
Figura 4

Comportamiento de azúcares totales en la hidrólisis térmica



En la Figura 4 se presenta el comportamiento de azúcares totales en la hidrólisis térmica, cuyo factor de mayor importancia según la magnitud que tiene el efecto durante el pretratamiento es la relación entre tiempo y temperatura; es decir, los dos factores tienen influencia durante el proceso; el signo de coeficiente para este caso es positivo, indicando que es de mayor relevancia realizar el pretratamiento con tiempos de ocho minutos y temperaturas de 150 °C para la liberación de azúcares totales.

En segundo lugar, de acuerdo con la magnitud del efecto, el factor de mayor importancia es el tiempo, donde el signo de coeficiente es negativo; esto implica mayor eficacia al utilizar tiempos menores de ocho minutos; sin embargo, la magnitud de los dos primeros factores, tiempo y temperatura con el factor tiempo y la proporcionalidad de magnitudes es muy similar; por lo tanto, la relación entre factores y el factor solitario implican considerarlos para futuros experimentos.

**Figura 5***Variación de azúcares totales en la hidrólisis térmica*

**Nota:** las distintas letras mayúsculas y minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos y tiempos, respectivamente (Tukey,  $p < 0.05$ ).

En la Figura 5 se observa las medias marginales del parámetro azúcares totales, evidenciando que existen diferencias significativas entre el café control (CC), el tratamiento de temperatura 90 °C (T90) y, el tratamiento de temperatura 150 °C (T150) en cuanto al tiempo de cuatro minutos. Para el tiempo de ocho minutos también se logra demostrar diferencias significativas entre tratamientos con un ( $< 0.05$ ).

Posteriormente, se aprecia diferencias significativas en el factor tiempo (letras minúsculas), en los tratamientos (T90) y (T150). La Figura 5 se relaciona con la Figura 6 de Pareto, dado que los factores que tienen mayor eficiencia son la relación entre factores y el tiempo, respectivamente; es decir, la hidrólisis térmica tiene eficiencia al trabajar con temperaturas de 150 °C y tiempos de ocho minutos. De acuerdo con el test de Tukey (como se cita en Chacón e Isla, s.f.), el tratamiento de T90 con un tiempo de cuatro minutos logra obtener la concentración más alta de azúcares totales y, en la gráfica de Pareto, el factor tiempo indica que el tiempo de cuatro minutos es más efectivo; por lo tanto, es posible afirmar que en el proceso de hidrólisis térmica, el mejor tratamiento a seguir es usar tiempos de cuatro minutos y temperaturas de 90 °C y menores a 150 °C para aumentar la concentración de azúcares totales y grados Brix.

En la Figura 5 se aprecia las gráficas de Pareto, donde los factores de mayor efecto con respecto a su magnitud son la relación entre la temperatura y el tiempo. López et al. (2019) utilizaron tiempos de cinco y 15 minutos y no encontraron diferencias significativas; sin embargo, en la presente investigación sí se aprecia diferencias significativas entre tiempos, encontrando un mejor pretratamiento al usar el de cuatro minutos. En este caso, usar tiempos menores implica menor consumo de energía.

De igual manera, el efecto de la temperatura es de vital importancia. López et al. (2019) hallaron mayor efectividad al usar temperaturas entre 175 y 185 °C; también



que, al usar temperaturas de 150 °C no pudieron aumentar la concentración de azúcares; lo mismo sucede en la presente investigación donde, al trabajar con temperaturas de 150 °C la concentración de azúcares totales disminuye a 1584.03 mg/l; el posible factor que altera el pretratamiento es la temperatura, porque no logra ionizar el agua del medio y así liberar azúcares presentes en los residuos de lignina, celulosa y hemicelulosa presentes en los residuos de café (Carvalho et al., 2009).

Lôbo Baêta et al. (2016) encontraron que, la cantidad de azúcares durante el proceso de hidrólisis disminuye, debido a las altas temperaturas, donde los azúcares presentes se degradan en furfural, que son compuestos tóxicos. En cuanto al mejor pretratamiento encontrado en esta investigación fue el T90 con cuatro minutos, donde se logró encontrar la mayor concentración de azúcares 1710.25 mg/l. Por su parte Michel-Cuello et al. (2015) reportaron que el mejor pretratamiento usado en su estudio fue utilizar temperaturas de 100 °C, muy similar al encontrado en este estudio.

### **Estandarización de hidrólisis ácida con ácido sulfúrico y nítrico**

Para lograr la estandarización de la hidrólisis ácida se siguió la metodología propuesta por Banerji et al. (2013), quienes usaron ácido sulfúrico con temperaturas controladas de 100 y 121 °C, haciendo algunas modificaciones en cuanto a la temperatura y tiempos. A continuación, se describe la metodología utilizada en la presente investigación: inicialmente, se hizo una molienda del residuo para mejorar el proceso de hidrólisis; seguidamente, un proceso de lignificación que buscaba eliminar la lignina polimérica presente en la estructura de los residuos de café; posteriormente, se sumergió la muestra en dos ml de (NaOH) 0,1 normalidad durante 15 minutos, se añadió 0,816 gramos de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) y se dejó reposar durante tres horas; para finalizar, se tamizó la muestra y se lavó los residuos con agua destilada.

Continuando con el proceso de hidrólisis ácida, se empleó ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) al 5 % en relación 2:1 p/v; por cada 30 gramos de residuos se adicionó 50 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 125 °C con un tiempo de diez y 15 minutos; en un frasco de tapa azul se introdujo la muestra con el ácido y se llevó al reactor tipo Batch con las temperaturas y tiempos descritos en el diseño experimental; para finalizar, se neutralizó el pH de la muestra utilizando NaOH 6 Molar; se usó ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) al 5 % relación 2:1 p/v; por cada 30 gramos de residuos se adicionó 50 ml a 100 °C con un tiempo de diez y 15 minutos.

**Tabla 4**

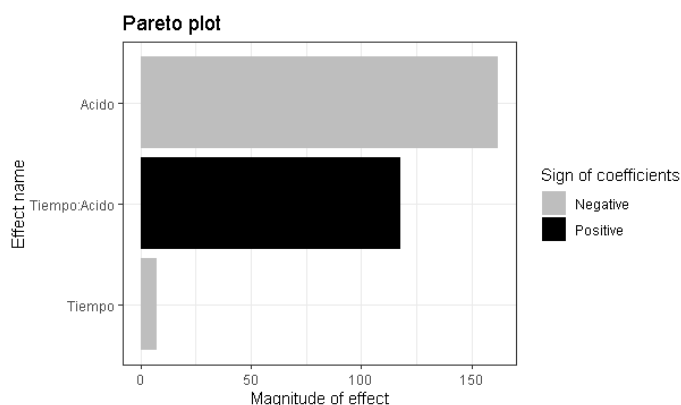
*Estadística descriptiva de azúcares totales en la hidrólisis ácida*

| Estadísticos   | AN - t10 | AN - t15               | AS - t10 | AS -t15 | CC      |
|----------------|----------|------------------------|----------|---------|---------|
| Media          | 2236.14  | 1985.81                | 1676.26  | 1897.59 | 1417.14 |
| Error estándar | 1.2      | 0.9                    | 0.8      | 0.7     | 0.8     |
| Mediana        | 2237.70  | 1985.70                | 1675.70  | 1897.70 | 1417.70 |
| Moda           | 2237.70  | 1984.7000 <sup>a</sup> | 1675.70  | 1899.70 | 1417.70 |
| Desv. Estandar | 3.7      | 2.8                    | 2.3      | 2.0     | 2.3     |
| Varianza       | 13.5     | 7.9                    | 5.3      | 4.1     | 5.3     |

En la Tabla 4 se aprecia los resultados de la estadística descriptiva del parámetro azúcares totales: AN – t10 (Ácido nítrico con un tiempo de diez minutos), AN – t15 (ácido nítrico con un tiempo de 15 minutos), AS – t10 (ácido sulfúrico con un tiempo de diez minutos), AS - t15 (ácido sulfúrico con un tiempo de 15 minutos) y el CC (café control).

**Figura 6**

*Comportamiento de azúcares totales en la hidrólisis ácida*



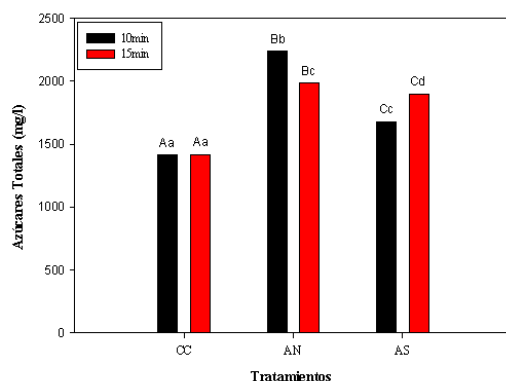
Se presenta el comportamiento de los azúcares totales en la hidrólisis ácida, donde el factor de mayor importancia según la magnitud que tiene el efecto durante el pretratamiento es el factor ácido, siguiendo la relación entre tiempo y ácido y tiempo, respectivamente. En el factor ácido el signo de coeficiente es negativo, por lo tanto, el ácido que tiene mayor efectividad es el ácido nítrico. En segundo lugar, de acuerdo con la magnitud del efecto se aprecia la relación ácido y tiempo; sin embargo, el efecto disminuye con respecto al factor ácido; es decir, tiene menor efecto en la hidrólisis.





**Figura 7**

*Variación de azúcares totales en la hidrólisis ácida*



**Nota:** las distintas letras mayúsculas y minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos y tiempos, respectivamente (Tukey,  $p < 0.05$ ).

En la Figura 7 se observa las medias marginales estimadas de azúcares totales. Para el factor tratamiento, las letras mayúsculas indican que existen diferencias significativas, tanto para el CC sin ningún pretratamiento, como para el ácido nítrico (AN) y el ácido sulfúrico (AS), en el tiempo de diez minutos. En cuanto al tiempo de 15 minutos, también se identifica diferencias significativas entre tratamientos con un ( $< 0.05$ ).

Seguidamente, se observa que existen diferencias significativas entre tiempos; en este caso, el tratamiento de AN presenta diferencias significativas entre los tiempos de diez y 15 minutos, como el tratamiento de AS. La Figura 7 se relaciona con la Figura 8 de Pareto, debido a que el efecto de la magnitud indica que tiene mayor eficacia el factor ácido usando el ácido nítrico con tiempos de diez minutos, por lo que se puede evidenciar en el test de Tukey que la mayor concentración de azúcares totales se encuentra al usar el tratamiento de ácido nítrico con tiempo de diez minutos.

En la Figura 7 en la representación de Pareto para azúcares totales, el factor ácido tiene una magnitud de efecto negativo indicando que, para este pretratamiento, el AN tiene mayor efecto en las variables de respuesta; sin embargo, no es posible afirmar que existan diferencias significativas con respecto al AS. Lôbo Baêta et al. (2016) indican que, al usar mayor cantidad de ácido, los azúcares como monosacáridos aumentan, debido a que las cadenas de los polisacáridos se rompen y así liberan monosacáridos. Kumar y Chauhan (2010) usaron dos ácidos: clorhídrico y cítrico, concluyendo que, los azúcares liberados tienen mayor calidad al usar ácido cítrico; por ende, los ácidos fuertes afectan los azúcares totales y recomiendan usar ácidos diluidos menos fuertes.

Por otro lado, el factor tiempo tiene influencia en el tratamiento, siempre y cuando se tenga la relación ácido y tiempo. En el caso de los azúcares totales (Figura 7), el coeficiente de signo es positivo; es decir, los azúcares totales tienen un mayor

beneficio al usar tiempos de 15 minutos con el ácido sulfúrico (AS); sin embargo, existen factores que pueden afectar este pretratamiento, como los tiempos prolongados, temperaturas elevadas y un medio ácido, logrando que los azúcares empiecen a degradarse (Ojumu y Ogunkunle, 2005).

### **Estandarización de hidrólisis enzimática con enzimas amilasa de *Aspergillus oryzae* A8220-50ml y celulasa de *Trichoderma Reesei* C2730- 50ML**

En la estandarización de la hidrólisis enzimática se utilizó dos metodologías; en la primera, Cieza y Díaz (2018) utilizaron tres concentraciones de enzimas de 0,05 %, 0,1 % y 0,2 %; los tiempos empleados fueron de dos, cuatro y seis horas y, la temperatura, de 80 °C para su incubación; en la segunda, Apaza y Ramírez (2021) en el período enero-mayo, el MINAGRI reportó una producción de 1011 mil toneladas de arroz, lo que equivale a una producción de 269 mil toneladas de cascarilla de arroz (correspondiente al 20% del grano entero utilizaron cinco gramos de residuo, realizando un pretratamiento *buffer* durante 15 minutos; usaron relaciones de enzima/sustrato (E/S): 30 % p/p, 40 % p/p y 50 % p/p; la temperatura para la incubación fue de 50 °C con una agitación de 200 r.p.m y tiempos de 24 a 72 horas. Para la estandarización de la hidrólisis enzimática usaron diez gramos de residuo inicial, siguiendo el método denominado deslignificación; después de realizado este pretratamiento, al residuo se le ajustó el pH a 4.7 y finalizaron con un baño hidrotérmico de 75 °C en cinco minutos.

### **Figura 8**

#### *Proceso de hidrólisis enzimática*



Para la identificación y clasificación de tratamientos en este caso particular, se utilizó la ecuación donde  $n$  es el número de niveles del factor y  $k$  es el factor, obteniendo cuatro tratamientos con tres repeticiones para cada uno; el diseño experimental empleado es un diseño para comparar dos o más tratamientos de efectos fijos completamente al azar y, así mismo, se presenta a continuación la tabla de orden estándar.



Tabla 5

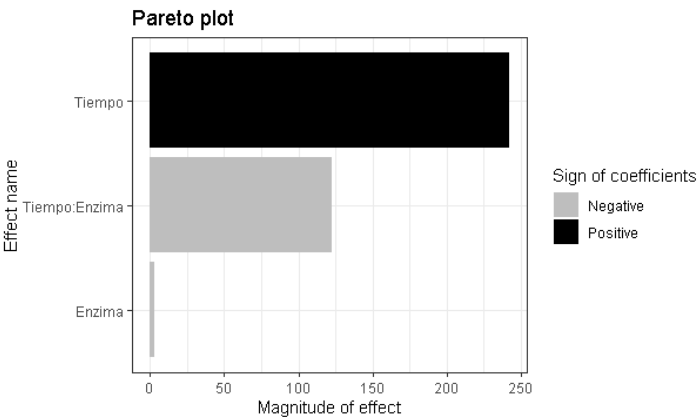
Resultados de la estadística descriptiva en la hidrólisis enzimática

| Estadísticos               | EA - 8h              | EA - 24h | EC - 8h              | EC - 24h | CC      |
|----------------------------|----------------------|----------|----------------------|----------|---------|
| Media                      | 1016.37              | 1744.92  | 1255.03              | 1494.26  | 1317.14 |
| Error estándar de la media | 1.0                  | 1.1      | 1.2                  | 1.0      | 0.8     |
| Mediana                    | 1016.70              | 1744.70  | 1254.70              | 1494.70  | 1317.70 |
| Moda                       | 1015.70 <sup>a</sup> | 1744.70  | 1251.70 <sup>a</sup> | 1494.70  | 1317.70 |
| Desv. Estandar             | 2.9                  | 3.2      | 3.5                  | 3.0      | 2.3     |
| Varianza                   | 8.5                  | 9.9      | 12.5                 | 8.8      | 5.3     |

En la Tabla 5 se puede ver los resultados obtenidos con el programa estadístico SPSS, donde las variables utilizadas son la media, error estándar, mediana, moda, desviación y varianza. Cabe resaltar que estos resultados serán utilizados para lograr una mejor contextualización.

Figura 9

Comportamiento de azúcares totales en la hidrólisis enzimática

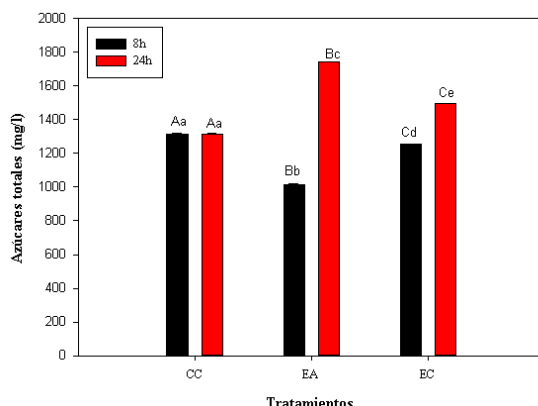


La Figura 9 muestra el comportamiento de los azúcares totales en la hidrólisis enzimática, donde el factor tiempo posee una mayor relevancia de acuerdo con la magnitud del efecto respecto a la relación tiempo y enzima; no obstante, el signo del coeficiente es positivo; por ende, la hidrólisis enzimática tiene mayor efectividad cuando se trabaja con tiempos de incubación de 24 horas. En cuanto al factor enzima, está en el último lugar, indicando que se puede utilizar cualquiera de las dos enzimas para la hidrólisis; es decir, no tiene relevancia en el experimento.

En segundo lugar, según la magnitud del efecto, se evidencia la relación tiempo y enzima, pero, la magnitud del efecto disminuye con respecto al factor tiempo; esto es, tiene menor efecto en las variables de respuesta, en este caso, de azúcares totales; además, su signo de coeficiente es negativo; por ello, tiene mayor efectividad usar tiempos de incubación menores y enzima amilasa.

**Figura 10**

*Variación de azúcares totales en la hidrólisis enzimática*



**Nota:** las distintas letras mayúsculas y minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos y tiempos, respectivamente (Tukey,  $p < 0.05$ ).

En la Figura 10, en el parámetro de azúcares totales, si bien existen diferencias significativas con un tiempo de incubación de 24 horas en los tratamientos de enzima amilasa (EA) y enzima celulasa (EC), también hay diferencias significativas entre tiempos (letras minúsculas) en los tratamientos EA y EC con ( $<0.05$ ); las letras minúsculas indican si existen diferencias significativas entre tiempos, tanto para la EA como para la EC. En el pretratamiento por hidrólisis enzimática en la Figura 10, el análisis realizado por Pareto indica que el mayor factor que afecta el pretratamiento es el tiempo indicando que, tiempos de 24 horas de incubación tienen mayor efectividad, aunque Cagua y Tayo (2021) encontraron mayores resultados al aumentar el tiempo de incubación e indican que el uso de diferentes enzimas no tiene mucha relevancia en la liberación de azúcares en el pretratamiento.

Considerando lo visto en la Figura 10, hay diferencias significativas tanto al usar tiempos de incubación de 24 horas, como con un valor  $p < 0.05$  en la enzima amilasa y celulasa; de esta manera, la media encontrada en la enzima amilasa es de 1744.92 mg/l y el valor usando enzima celulasa con un tiempo de 24 horas es de 1494.25 mg/l, evidenciando que los valores son muy cercanos. Al utilizar la hidrólisis enzimática para la liberación de azúcares, hay tres factores que afectan el pretratamiento: tiempo de incubación, temperatura y cantidad de enzima utilizada.

Este comportamiento corresponde al esperado ya que, en un tiempo de 0 a 36 horas, las levaduras aumentarán su capacidad de tratamiento; por ende, también lo harán significativamente, los parámetros medidos. Espitia-Rocha et al. (2009) confirman que, las levaduras inician el crecimiento en fase exponencial desde la hora 0 hasta la hora 36. Vázquez (2015) llevó a cabo un diseño experimental con diferentes tiempos de incubación, evidenciando una mayor eficiencia y un aumento de la concentración en tiempos de incubación de 20 horas con una temperatura de 50 °C. En el diseño de experimentos de la presente investigación se observa un



aumento de la concentración de azúcares con la celulasa amilasa y un tiempo de incubación de 24 horas, obteniendo 1744.92 mg/l en azúcares totales.

### Conclusiones

De los 406 bultos, es decir, 50 220 Kg/año que producen las fincas cafeteras de la vereda Yunguilla en el municipio de Samaniego, es posible utilizar el 28 % de este residuo, que pertenece a la pulpa de café; por lo tanto, a 14 061 Kg/año de residuo generado es posible darles un segundo uso para la obtención de bioetanol o abono orgánico, logrando reducir la contaminación ambiental por su mala disposición.

Los diseños de experimentos permiten evaluar diferentes factores, tanto en la hidrólisis térmica, como en la ácida y enzimática; de acuerdo con los resultados obtenidos, la hidrólisis enzimática con tiempos de incubación de 24 horas y usando la enzima amilasa, logra aumentar la concentración de azúcares totales y grados brix, de suerte que al fermentar y destilar la muestra, se logra la mayor concentración de bioetanol; sin embargo, la hidrólisis térmica permite un mayor rendimiento en la purificación del etanol al presentar un menor consumo de destilado a razón de -12,1 mL/ % etanol.

Con la muestra recolectada en la finca cafetera de la vereda Yunguilla, es decir, 88.97 kg de pulpa de café, se puede obtener 4.02 litros de bioetanol con un porcentaje de etanol del 84,52 %, utilizando el pretratamiento denominado hidrólisis enzimática. Por otra parte, la hidrólisis térmica permite obtener 4.39 litros de bioetanol con un porcentaje de etanol de 70,46 %.

### Referencias

- Apaza, Y. M. y Ramírez, G. K. (2021). *Optimización de la hidrólisis enzimática en cascarilla de arroz (oryza sativa) para la obtención de bioetanol* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA\\_bfcb5b3c33e8602ca63b14aa4fa8f816](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_bfcb5b3c33e8602ca63b14aa4fa8f816)
- Banerji, A., Balakrishnan, M., & Kishore, V. (2013). Low severity dilute-acid hydrolysis of sweet sorghum bagasse. *Applied Energy*, 104, 197-206. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.012>
- Cagua, A. M. y Tayo, E. A. (2021). *Hidrolisis enzimática de biomasa lignocelósica de cáscaras de banana maduro (musa paradisiaca) mediante A-Amilasa y Glucoamilasa para obtención de bioetanol* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/58111>
- Carvalho, F., Silva-Fernandes, T., Duarte, L. C., & Gírio, F. M. (2009). Wheat straw autohydrolysis: Process optimization and products characterization. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 153(1), 84-93. <https://doi.org/10.1007/s12010-008-8448-0>.



- Cerquera, M. P. (2022). *Evaluación de las diferentes estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café en la finca la Lindosa, Palermo, Huila, Colombia* [Tesis de Pregrado, Fundación Universidad de América] Repositorio Institucional Lumieres. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8898>
- Chacón, C. e Isla, J. L. (s.f.). ANOVA, Análisis de varianza. Prueba de Tukey. [https://www.colegiojuanxxiii.info/wp-content/uploads/2020/05/1\\_ANOVA-INVESTIGACION-Y-TECNOLOGIA-QUINTO.pdf](https://www.colegiojuanxxiii.info/wp-content/uploads/2020/05/1_ANOVA-INVESTIGACION-Y-TECNOLOGIA-QUINTO.pdf)
- Cieza, R. F. y Díaz, G. J. (2018). *Obtención de azúcares reductores a partir de cáscara de papa (Solanum tuberosum) por hidrólisis química y enzimática* [Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional - USS. <http://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/5777>
- Correa, J., Ruiz, Á. y Garrote, G. (2012). Estudio del tratamiento hidrotérmico de fruta de banano. *Afinidad*, 69(559).
- Cortés, E. A., Ciro, H. J. y Moreno, E. L. (2011). Biocombustibles: búsqueda de alternativas. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 6(2), 118-123.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2021). Boletín Técnico. Exportaciones (EXPO). Junio 2021. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/exportaciones/bol\\_exp\\_jun21.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/exportaciones/bol_exp_jun21.pdf)
- Espitia-Rocha, C., Gutiérrez-Rojas, I. y Espitia-Rivera, H. (2009). Producción de etanol a partir de cebada no malteada hidrolizada con  $\alpha$  y  $\beta$  amilasas comerciales. *Universitas Scientiarum*, 14(2-3), 164-172. <https://doi.org/10.11144/javeriana.SC14-2-3.pdea>
- Federación Nacional de Cafeteros. (2020). Producción de café de Colombia cerró el 2019 en 14,8 millones de sacos. <https://federaciondecafeteros.org/wp/listado-noticias/produccion-de-cafe-de-colombia-cerro-el-2019-en-148-millones-de-sacos/>
- Fernández-Cortés, Y., Sotto-Rodríguez, K. D. y Vargas-Marín, L. A. (2020). Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados. *Producción + Limpia*, 15(1), 93-110. <https://doi.org/10.22507/pml.v15n1a7>
- Hurtado, P. (2016). Aprovechamiento de residuos de biomasa secundaria como combustible. *Ingenium*, 1(1), 26-30. <http://dx.doi.org/10.18259/ing.2016004>
- Kumar, A. & Chauhan, G. S. (2010). Extraction and characterization of pectin from apple pomace and its evaluation as lipase (steapsin) inhibitor. *Carbohydrate Polymers*, 82(2), 454-459. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.05.001>
- Lôbo Baêta, B. E., Sousa, D. R., Herrera, O. F., Alves, L. V., & De Aquino, S. F. (2016). Optimization of sugarcane bagasse autohydrolysis for methane production from hemicellulose hydrolyzates in a biorefinery concept. *Bioresource Technology*, 200, 137-146. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.10.003>



- López, P. C., Castañeda, M. T. y Meléndez, J. (2019). Efecto de los pretratamientos por prehidrólisis térmica y electrooxidación sobre la solubilización y biodegradabilidad anaeróbica de lodos residuales para la producción de metano. *Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química*, 5(5), 177-184
- MásColombia. (2022). ¿Qué tan dependiente es Colombia de los combustibles fósiles? <https://mascolombia.com/que-tan-dependiente-es-colombia-de-los-combustibles-fosiles/>
- Michel-Cuello, C., Gallegos, G., Maldonado, E. y Aguilar, N. (2015). Efecto de la temperatura y el PH del medio en la hidrólisis de fructanos de maguey para la obtención de jarabes fructosados. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 14(3), 615-622.
- Naciones Unidas (NU). (s.f.). Informe del IPCC: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. <https://www.un.org/es/climatechange/ipcc-wgii-report>
- Ojumu, T. V. & Ogunkunle, O. A. (2005). Production of glucose from lignocellulosic under extremely low acid and high temperature in batch process, auto-hydrolysis approach. *Journal of Applied Sciences*, 5, 15-17. <https://doi.org/10.3923/jas.2005.15.17>
- Puerta-Quintero, G. I. y Riosa, S. (2014). Composición química del mucílago de café según el tiempo de fermentación y refrigeración. *Cenicafé*, 62(2), 23-40
- Ramírez, C. A., Oliveros, C. E. y Sanz, J. R. (2015). Manejo de lixiviados y aguas de lavado en el proceso de beneficio húmedo del café. *Cenicafé*, 66(1), 46-60.
- Reyes, P. J. (1999). Combustibles, fósiles y contaminación. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 8, 87-92. <https://doi.org/10.18359/rcin.1412>
- Rodríguez Valiente, I. (2016). Pretratamiento de hidrólisis hidrotérmica para la degradación de los carbohidratos complejos de residuos de frutas para la obtención de bioetanol. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/39252>
- Torres-Cabezas, M. A. (2019). *Obtención de celulosa a partir de la cáscara de cacao ecuatoriano (Theobroma cacao L.) mediante hidrólisis térmica para la elaboración de pulpa de papel* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/19765>
- Vargas, G. A. y Mazón, B. (2004). Determinación de humedad en la pulpa de café. *REVITECA, Revista de Tecnología y Ciencia Alimentaria*, 10, 14-19.
- Vázquez, O. (2015). *Etanol lignocelulósico, a partir de cascarilla de café, por medio de hidrólisis química-enzimática y fermentación* [Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/41986/VazquezMoralesOscar.pdf>



# Capítulo 17

## Evaluación del cambio de algunas propiedades del suelo en proceso de desertificación al aplicar biochar como enmienda orgánica, corregimiento de El Remolino, Taminango

Angie Paola Rodríguez Araujo<sup>1</sup>

José Daniel Huertas Pérez<sup>2</sup>

Tannia Gisell Arciniegas Benavides<sup>3</sup>

Jenny Lucía Huertas Delgado<sup>4</sup>

**Cítese como:** Rodríguez-Araujo, A. P., Huertas-Pérez, J. D., Arciniegas-Benavides, T. G. y Huertas-Delgado, J. L. (2023). Evaluación del cambio de algunas propiedades del suelo en proceso de desertificación al aplicar biochar como enmienda orgánica, corregimiento de El Remolino, Taminango. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 201-216). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c347>

### Resumen

La desertificación es un fenómeno que está amenazando y afectando los suelos y tierras de todo el mundo, por lo cual en la actualidad se considera como uno de los problemas ambientales más importantes a solucionar, en conjunto con la pérdida de la biodiversidad y el cambio climático. Colombia no es indiferente a esta problemática, como se evidencia en los únicos estudios nacionales realizados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales entre los años 2003 y 2004. Por esta razón, en el presente trabajo se busca frenar la desertificación en el corregimiento del Remolino, departamento de Nariño, empleando biochar como enmienda orgánica para la posible solución. Como metodología se evalúa algunas propiedades fisicoquímicas antes y después de la aplicación de la enmienda, para analizar los cambios en el suelo.

**Palabras clave:** suelo; desertificación; enmienda orgánica; biochar; remediación.

<sup>1</sup> Correo: angieprodiguez@umariana.edu.co

<sup>2</sup> Correo: joshuertas@umariana.edu.co

<sup>3</sup> Correo: tarciniegas@umariana.edu.co

<sup>4</sup> Correo: jlhuertas@umariana.edu.co



## **Evaluation of the change of some soil properties in the desertification process when applying biochar as an organic amendment, village of El Remolino, Taminango**

### **Abstract**

Desertification is a phenomenon that is threatening and affecting soils and lands all over the world, which is why it is currently considered one of the most important environmental problems to be solved, together with the loss of biodiversity and climate change. Colombia is not indifferent to this problem, as evidenced in the only national studies conducted by the Institute of Hydrology, Meteorology, and Environmental Studies between 2003 and 2004. For this reason, the present work seeks to stop desertification in the village of El Remolino, department of Nariño, using biochar as an organic amendment for a possible solution. As a methodology, some physicochemical properties are evaluated before and after the application of the amendment, to analyze the changes in the soil.

*Keywords:* soil; desertification; organic amendment; biochar; remediation.

## **Avaliação da mudança de algumas propriedades do solo no processo de desertificação ao aplicar biochar como um aditivo orgânico, no vilarejo de El Remolino, Taminango**

### **Resumo**

A desertificação é um fenômeno que ameaça e afeta solos e terras em todo o mundo, razão pela qual atualmente é considerada um dos problemas ambientais mais importantes a serem resolvidos, juntamente com a perda de biodiversidade e as mudanças climáticas. A Colômbia não está indiferente a esse problema, conforme evidenciado nos únicos estudos nacionais realizados pelo Instituto de Hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais entre 2003 e 2004. Por esse motivo, o presente trabalho busca deter a desertificação no vilarejo de El Remolino, departamento de Nariño, usando o biochar como uma emenda orgânica para uma possível solução. Como metodologia, algumas propriedades físico-químicas são avaliadas antes e depois da aplicação do aditivo, para analisar as mudanças no solo.

*Palavras-chave:* solo; desertificação; emenda orgânica; biochar; remediação.

### **Introducción**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2022), el suelo es un recurso clave y un elemento esencial del entorno natural, que produce la mayor parte de los alimentos mundiales. Además, proporciona espacio habitable para los seres humanos y desempeña un papel fundamental en el buen funcionamiento de los ecosistemas, contribuyendo a la regulación del flujo del agua y el clima, la biodiversidad, la captación de carbono y la preservación de tradiciones culturales. Sin embargo, los suelos están sometidos a una presión creciente debido al aumento de la población, la demanda de alimentos y el uso de la tierra con fines diversos.



Aproximadamente, un 33 % de los suelos del planeta están degradados; más de una quinta parte de la tierra, que abarca más de la mitad de nuestros terrenos agrícolas, está sufriendo. Una de las problemáticas identificadas que han afectado al recurso suelo es la desertificación, la cual consiste en el desgaste del suelo por acción de la naturaleza o actividades humanas y, es el resultado de la acción combinada de factores como la temperatura, los gases, el agua, el viento, la gravedad, la vida vegetal y animal, la degradación de las tierras y la sequía. Cada año se pierden más de doce millones de hectáreas de tierra a causa de la desertificación; esta pérdida perjudica a más de tres mil millones de personas, especialmente a las comunidades pobres y rurales del mundo en desarrollo (Bozkir, 2021).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU, s.f.) sostiene que

La desertificación afecta a la sexta parte, aproximadamente, de la población mundial, al 70 % de todas las tierras secas, equivalente a 3 600 millones de hectáreas, y a la cuarta parte de la superficie total de tierras del mundo. (párr. 2)

A nivel nacional, en Colombia, los procesos de degradación de tierras y desertificación afectan especialmente las zonas secas de las regiones naturales de la Orinoquía, Caribe y Andina.

En la Orinoquía se encuentra el 35,53 % de las zonas secas del país; en la región Caribe otro 35,53 % y en la región Andina el 23,21 %; un 3,61 % más se da en la cuenca del río Dagua, en el Pacífico. A nivel regional, de acuerdo con los datos suministrados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2003), Taminango es uno de los municipios del departamento de Nariño más afectado por la desertificación.

Por lo dicho, es de gran relevancia plantear alternativas para la remediación y mejoramiento de estos suelos. El término ‘remediación de suelos’ se entiende como el conjunto de acciones necesarias para recuperar y restablecer sus condiciones; uno de los tipos de remediación de suelos es con enmiendas orgánicas, las cuales son productos procedentes de materiales carbonados de origen vegetal o animal, cuya función es mantener o aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, mejorar sus propiedades físicas y, mejorar, también su actividad química o biológica.

El presente estudio se realiza en la zona del corregimiento de El Remolino, municipio de Taminango en el departamento de Nariño, en la finca ‘El Pinche’ donde hay bajas precipitaciones y temperaturas aproximadas de 26 °C. Esta zona presenta una alta vulnerabilidad de condiciones hidrológicas, por estar ubicada en cuencas con una marcada condición de baja capacidad de regulación y por realizar diferentes actividades antrópicas como la extracción de minas de arena, agricultura y deforestación que ocasionan un debilitamiento al suelo, motivos por los cuales se pretende evaluar el cambio de algunas propiedades del suelo en proceso de desertificación al aplicar biochar<sup>5</sup> como enmienda orgánica.

---

<sup>5</sup> Nombre que se le da al carbón vegetal, cuando se lo emplea como enmienda para el suelo.



**Objetivo general:** Evaluar el cambio de algunas propiedades del suelo en proceso de desertificación al aplicar biochar como enmienda orgánica, en el corregimiento de El Remolino, municipio de Taminango, departamento de Nariño.

### Objetivos específicos

- Estabilizar el biochar para una aplicación eficiente en los suelos en proceso de desertificación.
- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas iniciales del suelo *in situ* y *ex situ*, antes de la aplicación del biochar.
- Analizar la influencia del biochar hacia algunas propiedades fisicoquímicas del suelo en proceso de desertificación a partir de un diseño de experimentos.

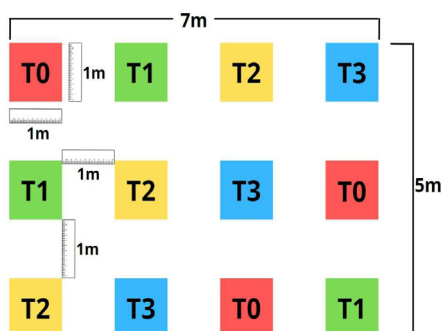
### Desarrollo

#### Diseño de experimentos

Dentro de esta investigación se realiza un diseño experimental de bloques compuestos con tres tratamientos y tres repeticiones por cada parámetro fisicoquímico a medir. Para su realización se aplica el biochar, haciendo uso de palos secos y residuos de cultivos de frutas a fuego alto; cuando termina su combustión, se deja tapado para que se enfríe al vapor hasta el siguiente día; es decir, 24 horas (Agrología, 2018).

Cuando se logre obtener el biocarbón, se lo dispone en un recipiente tipo compostera, en donde posteriormente se obtiene muestras para mediciones periódicas de pH y temperatura, hasta llegar a su estabilización y obtención de parámetros óptimos para su uso, según la reglamentación establecida para los fertilizantes en Colombia por el ICA (Aguirre y Leal, 2019). Es importante mencionar las dosis a utilizar: en el suelo control 0 kg; por lo tanto, este no tendrá ninguna agregación de la enmienda orgánica; en la parcela/tratamiento 1 (T1) de 1 kg; tratamiento/parcela 2 (T2) de 1.5 kg y la parcela/tratamiento 3 (T3) de 2 kg, donde se obtendrá doce unidades experimentales.

Se tiene un suelo con un área total de 7 m ancho por 5 m de largo ( $35 \text{ m}^2$ ), donde se realiza un total de doce parcelas de 1 m de largo por 1 m de ancho ( $1 \text{ m}^2$ ) en las cuales se hace tres aplicaciones en diferentes porciones de la enmienda orgánica biochar, de la siguiente manera: TO, es el suelo control al que no se le aplica ninguna cantidad; T1, en cada una de las parcelas se aplica 1 kg de biochar; T2 se aplica 1.5 kg de biochar por parcelas y T3, se aplica 2 kg de biochar por parcela. Las dosis aplicadas siguen la recomendación de Eguillor (2014), al no pasar de 1 a 2 kg/m<sup>2</sup> al año.

**Figura 1***Diseño experimental*

en donde:

T0= Suelo control sin biochar

T1= Tratamiento 1 (1 kg de biochar/parcela)

T2= Tratamiento 2 (1.5 kg de biochar/parcela)

T3= Tratamiento 3 (2 kg de biochar/parcela)

### **Presentación de resultados**

#### **Estabilizar el biochar para una aplicación eficiente en los suelos en proceso de desertificación:**

Para la presentación de este objetivo se desarrolló la primera actividad planteada en el diseño metodológico, siguiendo diferentes pasos para llegar a una estabilización del biochar: la recolección de los residuos de cultivos de fruta, obtenidos en las fincas cercanas a la zona de estudio, realizada el día 3 de abril de 2022. Una vez obtenida y secada la materia prima, se hizo el pesaje de los residuos, para una obtención específica de 5 kg de residuos de cultivos de fruta, para producir 1 kg de biochar

En la Figura 2 se muestra cómo se adecuó la zona en la que se efectuó el proceso de pirólisis; para esto se escogió un lugar donde el suelo estuviera firme y plano, en el cual se hizo un hueco de aproximadamente 50 cm para ingresar los residuos a su interior; se usó un cilindro de aluminio con tapa para impedir que el oxígeno ingresara al contenedor y que la combustión del biochar se realizara de forma lenta. Al observar que los residuos estaban totalmente carbonizados, se los dejó enfriar; luego se los retiró para así recoger el biochar; se lo colocó encima de un compostera totalmente extendido y se lo llevó a un lugar fresco donde se esperó su estabilización.



**Figura 2**  
*Elaboración de la enmienda orgánica biochar*



Después de 15 días de la obtención del biochar se realizó una medición de su pH, que arrojaría un valor de pH igual a 11,5. Los parámetros de pH de las enmiendas orgánicas deben estar entre 6,5 y 7,5 para poder ser aplicadas al suelo; es decir, que la primera medición de pH del biochar no fue apta para ser aplicada al suelo. Posteriormente, se dejó actuar la enmienda orgánica en el mismo lugar durante un mes y se realizó una segunda toma de pH, la cual arrojó un pH de 9,5. El valor seguía siendo alto y se dejó actuar el biochar dos meses después de la última toma de pH; se midió el pH del biochar y arrojó un valor de 6,8, el cual cumplía con la norma establecida para su aplicación y se pudo dar paso a los siguientes objetivos:

**Tabla 1**  
*Datos de pH y su estabilización*

| Tiempo de estabilización | pH   |
|--------------------------|------|
| 15 días                  | 11,5 |
| 45 días                  | 9,5  |
| 105 días                 | 6,8  |

**Caracterizar las propiedades fisicoquímicas iniciales del suelo *in situ* y *ex situ*, antes de la aplicación del biochar**

El día 4 de abril de 2022 se hizo una visita a la zona de estudio, donde se realizó una calicata de 1 metro de ancho, 1 metro de largo y 1 metro de profundidad; también, un respectivo reconocimiento de suelo y su área; se tomó las muestras del suelo control en el cual se usó materiales como: una pala previamente limpia, cuchillo grande, metro, bolsas plásticas y costales. Para realizar este proceso, inicialmente se retiró la cobertura vegetal de la zona de estudio, se tomó muestras con el método de la pala (en forma de V) con una profundidad de aproximadamente 25 a 30 cm y, posteriormente, en las parcelas se hizo seis muestreos con el método de



manecillas del reloj (tomando muestras en diferentes puntos de la parcela como en un reloj).

**Figura 3**

*Reconocimiento del suelo y muestreo*



Estas muestras obtenidas fueron llevadas al laboratorio de Alvernia para analizar cada uno de los parámetros fisicoquímicos como: pH, Materia orgánica (MO), conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC), humedad, densidad aparente (DA), densidad real (DR) y su textura, antes de la aplicación del biochar.

### Resultados medidos en campo

**Tabla 2**

*Clasificación textural del suelo medido en campo*

|                          | H1 (15 cm) | H2 (22 cm) | H3 (8 cm) | H4 (8 cm) | H5 (22 cm) |
|--------------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| Estructura               | Granular   | Granular   | Granular  | Granular  | Granular   |
| Tamaño                   | Firme      | Firme      | Firme     | Firme     | Firme      |
| Grado                    | Medio      | Medio      | Duro      | Duro      | Medio      |
| Consistencia en húmedo   | Fr         | Fr         | Fr        | MFr       | Fr         |
| Consistencia en saturado | LIG PL     | NO PL      | LIG PL    | LIG PL    | LIG PL     |
| Adhesividad              | LIG AD     | LIG AD     | LIG AD    | LIG AD    | LIG AD     |
| Clase textural           | a          | FA         | FA        | FA        | FA         |
| Color                    | 10YR 1/2   | 2,5Y 3/4   | 5Y 4/4    | 5Y 4/6    | 5Y 4/4     |





|                     |    |    |    |    |    |
|---------------------|----|----|----|----|----|
| Raíces (tamaño)     | ME | FI | FI | FI | FI |
| Raíces (abundancia) | AB | AB | ES | ES | ES |

Dentro de la Tabla 2 se puede especificar la clasificación de la clase textural del suelo de la siguiente manera:

**Estructura:** en los cinco horizontes presentes en la calicata, se logró determinar que la estructura es granular, lo que hace referencia a que los agregados presentan una baja porosidad, existiendo una baja cantidad de MO. Por otro lado, la masa del suelo se fragmenta fácilmente, demostrando que este tipo de estructura del suelo se debe a procesos de desgaste o uso excesivo, en el que las propiedades fisicoquímicas, principalmente, no son óptimas para el desarrollo de actividades de un suelo normal y que esta estructura granular se deriva del predominio del porcentaje de arenas y las bajas cantidades de arcillas (FAO, 2022).

**Tamaño:** en los cinco horizontes del suelo se determinó que el tamaño de las partículas del suelo es firme.

**Grado:** en los horizontes 1, 2 y 5 se presenta un grado medio; es decir, que en el suelo se puede diferenciar fácilmente los agregados y, al separarlos del mismo, se rompen con facilidad (FAO, 2022), lo que es característico de suelos con altas cantidades de arena. Por otro lado, en los horizontes 3 y 4 el grado es duro; esto quiere decir que en el suelo, al momento de separar los agregados, logran permanecer juntos; esto es, su separación puede ser un poco más difícil que en el grado medio; cuando se presenta este tipo de grado (duro), los agregados son fácilmente identificables y están separados unos con otros (FAO, 2022), lo que representa un grado del suelo con un porcentaje mayor de arcillas que en el grado medio y, los porcentajes de arenas pueden comenzar a disminuir.

**Consistencia en saturado:** Horizontes 1, 3, 4 y 5 presentan una consistencia en saturado ligeramente plástico (LIG PL), en donde se forma un cordón, pero la masa se deforma fácilmente; además, esta propiedad del suelo es aquella que le permite ser deformado rápidamente sin romperse, sin rebote elástico y sin cambio de volumen. Según la teoría de Goldschmith (como se cita en Anónimo, 2010), la plasticidad se debe a la presencia de partículas muy delgadas con cargas electromagnéticas; en su superficie, el horizonte dos tiene una consistencia en saturado No plástico (NO PL).

**Clase textural:** el horizonte 1 presenta una clase textural a (Arenoso); es quizás, la textura más sencilla de identificar; al frotarla entre los dedos, la percepción es áspera y no se observa presencia de partículas finas (limo y arcilla). Respecto al color, las arenas en la región de Cuyo son más bien grises y más oscuras que otro tipo de suelo. Si se agrega agua hasta formar una pasta consistente (ni muy húmeda ni muy seca) y al tratar de formar una bola, se disgrega fácilmente, mientras en los horizontes 2, 3, 4, 5, una FA (Franco Arenoso) En seco se percibe la arena que predomina, pero en menor proporción que la anterior, generalmente, de un color marrón claro o gris.

**Consistencia en húmedo:** para este suelo, en los horizontes 1, 2, 3 y 5 se encontró consistencia en húmedo clasificada como friable, ya que el material se desmenuzaba bajo ligera presión; también se halló muy firme en el horizonte 4, porque el material se desmenuza bajo fuerte presión y es apenas desmenuzable entre pulgar e índice. Lo mencionado tiene una gran relación con la adhesividad del suelo; luego de la presión, el material de suelo se adhiere a los dedos, pero se desprende completamente de cualquiera de las partes, siendo ligeramente adhesivo, lo cual es una de las principales características de un suelo seco por el alto valor de cohesión que, a su vez, presenta poco grado de humedad.

**Color:** presenta un color amarillento debido a la presencia de Goethita ( $\text{FeO-OH}$ ); esto significa que hay poca presencia de MO y que proviene de la oxidación e hidratación de los compuestos minerales de hierro del suelo, concluyendo que este suelo pertenece al grupo de los aridisoles, originarios de lugares donde hay poca precipitación y en climas áridos o semiáridos (Cock et al., 2010).

### Resultados medidos en el laboratorio

**Tabla 3**

*Propiedades del suelo antes de la aplicación del biochar, medidas en el laboratorio*

| Propiedad                                     | Valor inicial                                     | Error estándar |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------|
| pH                                            | 8,38                                              | 0,011          |
| Conductividad eléctrica (s/sm)                | 78,87                                             | 3,4            |
| % Humedad                                     | 0,64                                              | 1,03           |
| Densidad real (g/ml)                          | 2,57                                              | 0,04           |
| % Materia Orgánica                            | 3,93                                              | 0,12           |
| % Porosidad                                   | 48,07                                             | 1,78           |
| Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g) | 6,15                                              | 0,08           |
| Densidad aparente                             | 1,33                                              | 0,03           |
| Textura                                       | Arena: 87,97 %<br>Arcilla: 5,68 %<br>Limo: 6,35 % |                |

### Analizar la influencia del biochar hacia algunas propiedades fisicoquímicas del suelo en proceso de desertificación a partir de un diseño de experimentos:

Una vez la enmienda orgánica (biochar) se logró estabilizar y se efectuó las doce parcelas, como se muestra en el diseño experimental, se hizo su aplicación en las diferentes porciones planteadas (0 Kg, 1 Kg, 1.5 Kg 1 2 Kg). Después, se dejó actuar durante un periodo de tiempo determinado, con el fin de poder analizar el cambio de las propiedades fisicoquímicas del suelo, realizando cuatro muestreos: el



primero al mes 14 de agosto de 2022; el segundo a los dos meses 18 de septiembre de 2022; el tercero a los tres meses 23 de octubre de 2022; y, el cuarto a los cuatro meses 20 de noviembre de 2022.

**Tabla 4**

*Datos obtenidos en el laboratorio en el primer muestreo*

| <b>Propiedad</b>                                     | <b>T0</b>       | <b>EE</b> | <b>T1</b>       | <b>EE</b> | <b>T2</b>       | <b>EE</b> | <b>T3</b>       | <b>EE</b> |
|------------------------------------------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| <b>pH</b>                                            | 8,29            | 0,018     | 8,25            | 0,006     | 8,35            | 0,036     | 8,36            | 0,007     |
| <b>Conductividad Eléctrica (s/sm)</b>                | 120,13          | 3,00      | 200,7           | 8,68      | 183,4           | 4,38      | 168,25          | 3,2       |
| <b>% Humedad</b>                                     | 1,07            | 0,012     | 0,86            | 0,007     | 1,58            | 0,043     | 1,70            | 0,001     |
| <b>Densidad real (g/ml)</b>                          | 2,54            | 1,32      | 2,51            | 0,13      | 2,45            | 0,004     | 2,65            | 1,22      |
| <b>Densidad aparente</b>                             | 1,38            | 0,014     | 1,35            | 0,021     | 1,26            | 0,018     | 1,27            | 0.032     |
| <b>% Porosidad</b>                                   | 45,04           | 1,31      | 45,54           | 1,76      | 46,46           | 0,92      | 51,55           | 2,67      |
| <b>Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)</b> | 8,8             | 0,97      | 15,76           | 0,5       | 9,92            | 0,2       | 17,84           | 1,13      |
| <b>% Materia orgánica</b>                            | 5,62            | 0,92      | 4,64            | 0,002     | 4,80            | 1,31      | 6,91            | 0,012     |
| <b>Textura</b>                                       | Arena: 86,88 %  |           | Arena: 86,5 %   |           | Arena: 81,56 %  |           | Arena: 83,81 %  |           |
|                                                      | Arcilla: 6,96 % |           | Arcilla: 7,44 % |           | Arcilla: 7,95 % |           | Arcilla: 5,28 % |           |
|                                                      | Limo: 6,16 %    |           | Limo: 6,05 %    |           | Limo: 10,48 %   |           | Limo: 10,90 %   |           |

**Tabla 5***Datos obtenidos en el laboratorio en el segundo muestreo*

| Propiedad                                            | T0              | EE    | T1              | EE    | T2              | EE    | T3              | EE    |
|------------------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| <b>pH</b>                                            | 8,36            | 0,018 | 8,40            | 0,021 | 8,53            | 0,009 | 8,38            | 0,003 |
| <b>Conductividad Eléctrica (s/sm)</b>                | 116,42          | 3,32  | 177,8           | 16,43 | 178,47          | 8,12  | 177,95          | 4,57  |
| <b>% Humedad</b>                                     | 2,34            | 0,084 | 2,29            | 0,18  | 2,62            | 0,16  | 2,16            | 0,142 |
| <b>Densidad real (g/ml)</b>                          | 2,98            | 0,095 | 2,94            | 0,081 | 2,73            | 0,1   | 2,96            | 0,09  |
| <b>Densidad aparente</b>                             | 1,18            | 0,05  | 1,14            | 0,034 | 1,1             | 0,06  | 1,12            | 0,034 |
| <b>% Porosidad</b>                                   | 60,52           | 0,021 | 61,18           | 0,122 | 59,40           | 0,089 | 61,80           | 0,009 |
| <b>Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)</b> | 9,18            | 0,071 | 17,56           | 0,5   | 12,92           | 0,002 | 21,84           | 2,013 |
| <b>% Materia orgánica</b>                            | 4,88            | 0,185 | 6,29            | 0,21  | 6,59            | 0,002 | 7,8             | 0,012 |
| <b>Textura</b>                                       | Arena: 85,3 %   |       | Arena: 86,64 %  |       | Arena: 86,64 %  |       | Arena: 83,41 %  |       |
|                                                      | Arcilla: 5,49 % |       | Arcilla: 6,77 % |       | Arcilla: 5,68 % |       | Arcilla: 6,35 % |       |
|                                                      | Limo: 9,2 %     |       | Limo: 6,58 %    |       | Limo: 7,48 %    |       | Limo: 10,24 %   |       |

## **Análisis e interpretación de resultados**

### **Análisis del primer objetivo**

El primer objetivo hace referencia a la fabricación y estabilización del biochar, en el que fue necesaria la recolección de los residuos. De acuerdo con las 'Directrices estandarizadas para la definición y pruebas de productos para el biochar utilizado en el suelo' (como se cita en Palacios, 2019), el material usado para su producción debe tener ciertas características, dado que es el material de origen que determinará las propiedades que pueda adquirir el producto; en este caso, se utilizó residuos generados a partir de cultivos de frutas como mango, maracuyá, limón, entre otros, que abundan en la zona de estudio, por lo cual es una materia prima factible. Luego se realizó el proceso de pirólisis de estos residuos (secos) a descomposición térmica a temperaturas relativamente bajas ( $< 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y en una atmósfera ausente o pobre en oxígeno (pirólisis). Este proceso estabiliza el C de la MO, haciéndolo más resistente a la descomposición química y biológica, lo que generó un biocarbón.

El producto obtenido posteriormente fue colocado en una compostera para su estabilización, en la que se requirió una medición periódica de pH y temperatura hasta lograr los valores óptimos necesarios. Estudios de caracterización de biocarbones como los de Chang y Xu, 2009 y Srinivasa Rao et al., 2013 (como se cita



en Rebolledo et al., 2016) han consignado reacciones donde el pH varía de ácido a alcalino, con una media de pH 8.1 y un intervalo de pH entre 6.2. Cabe resaltar que el pH del biochar para el presente estudio se aplicó en el momento en el que este tomó un pH de 6,8, lo cual es una medida adecuada para la aplicación directa en el suelo. Los parámetros de pH de las enmiendas orgánicas deben estar entre 6,5 y 7,5 para poder ser aplicadas; esta estabilización es uno de los procedimientos en el que más tiempo se necesitó (de tres a cuatro meses).

### **Análisis del segundo y tercer objetivo**

Considerando la Tabla 5, es posible evidenciar que el suelo de la finca en Pinche presentó propiedades fisicoquímicas en condiciones inadecuadas, pero también es importante mencionar que se encontró parámetros en condiciones adecuadas por el tipo de suelo que presenta y el sitio donde está localizada, ya que el corregimiento de El Remolino se encuentra en el municipio de Taminango y según el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) (Alcaldía Municipal de Taminango, 2015), este presenta una región seca en proceso de desertificación; el 60,9 % del territorio tiene grado de aridez alto y este proceso natural se ve agravado por el efecto antrópico que ha tenido la mayor incidencia en el deterioro de los suelos, la extinción de muchas fuentes de agua y la eliminación del bosque, conllevando una baja productividad de la región.

Cabe mencionar que cuenta con una red hidrográfica no muy rica que, junto al desequilibrio de los ecosistemas aportantes de agua para los procesos productivos, hace que la oferta del recurso sea escasa y, en un futuro crítico, esta situación aumentará para el corregimiento de El Remolino y algunas veredas vecinas.

De acuerdo con el resultado del pH, es importante considerar que este parámetro es una propiedad química del suelo que permite analizar si este es ácido, neutro o alcalino. Dentro de la investigación se observa un valor entre 8.38, rango que hace referencia a un suelo alcalino en el cual no se puede desarrollar procesos de crecimiento de plantas, cultivos, entre otras actividades. En este tipo de suelo se da una baja disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo; por ende, incrementa el proceso de desertificación y el deterioro del suelo.

Continuando con el parámetro de 'Conductividad eléctrica', esta se encarga de medir la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo y su capacidad para conducir corriente eléctrica al aprovechar la propiedad de las sales en la conducción de corriente eléctrica (Intagri, 2001). Dentro de los resultados medidos en el laboratorio, se obtuvo un dato de 78.87 siemens/cm el cual hace referencia a un suelo con alta salinidad; es decir, las raíces de las plantas (si las hay) tardan demasiado tiempo en absorber los nutrientes o el agua que se encuentre en el suelo. Al presentarse un valor bajo de la conductividad eléctrica, los nutrientes presentes en el suelo se desgastan rápidamente y se da una falta y escasez de agua, por lo que las plantas se secan, el suelo se ve directamente afectado y se requiere de alternativas que permitan la conductividad de las sales y los nutrientes, porque sin ellos se afecta principalmente la fertilidad del suelo y la capacidad de conducir corriente eléctrica.



La textura del suelo representa las cantidades de partículas minerales inorgánicas (limo, arena y arcillas). Las partículas de arena pueden presentar un diámetro de 0,05 a 2 mm, generando un aumento del tamaño de los espacios de los poros, haciendo que el drenaje del agua y de los nutrientes sea más rápido (Fertilab, s.f.).

Según la FAO (2022), el suelo control en los dos muestreos arroja datos de un porcentaje de arena superior al 70 %, lo que representa que la retención de agua y nutrientes y los datos del porcentaje de arena en el suelo están en el rango de entre 70 a 80 % por lo que representan un suelo franco arenoso. Por otro lado, los porcentajes de arcilla son bajos (0-20 %), lo que significa que es un tipo de suelo francoarenoso con una textura medianamente gruesa. Cabe aclarar que las arcillas son muy pequeñas y, por escorrentía, son las partículas más fáciles de remover; este tipo de suelos hace que se pierdan más fácilmente, y finalmente los porcentajes de limo en todos los valores están por debajo del 20 %, por lo que sigue siendo escaso y genera una textura gruesa e impide la acumulación adecuada de agua y nutrientes, haciendo un proceso de salinización en el suelo.

El contenido de humedad del suelo es un valor que determina la cantidad de agua en cierta cantidad conocida de suelo. El potencial de humedad del suelo o la tensión de humedad muestra el grado de agua que se aferra a él. Los resultados obtenidos en el muestreo inicial de humedad dieron una variación entre % 0 y % 4 en el promedio, manteniéndose baja, ya que según el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN, 2013), para que un suelo sea estable y en su máxima capacidad de retención, debe encontrarse entre los rangos 5 a 50 %. Es importante resaltar que, en porcentajes de humedad altos va a haber afectaciones en el nivel productivo de los suelos, como también, afectaciones en el crecimiento de las plantas y en las distribuciones de las raíces.

Según Jaramillo (2002), “la densidad real es el peso de las partículas sólidas del suelo relacionado con el volumen que ocupan, sin tener en cuenta su organización en el suelo, el espacio ocupado por los poros, ni el tamaño de las partículas” (p. 183). El valor medio se sitúa en torno a 1.35 g/cm<sup>3</sup> (1.1 y 1.7 mg/m<sup>3</sup>), indicando un suelo con buena estructura y volumen de poros. En los resultados alcanzados se observa valores similares o inferiores a 2.65, los cuales son representativos de un suelo seco y, al tener un alto resultado de densidad real, el contenido de MO es baja de los suelos. La MO es un factor a considerar, dado que este tiene el poder amortiguador del humus que reduce los riesgos de variaciones bruscas del pH, protegiendo la vida microbiana y la disponibilidad de algunos elementos minerales (Orozco et al. 2012; Labrador et al., 2002; Primavesi, 1984; como se cita en Garro, 2016).

Con relación a lo anterior, Molina y Melendez (2002) proponen los siguientes valores de referencia para interpretar los porcentajes de MO: un suelo con un rango menor al 2 % es bajo; entre 2 % y 5 % es medio; en rangos que se encuentren entre 5 % y 10 % es óptimo y, mayor a 10 % es alto, por lo cual se puede afirmar que el suelo de la finca El Pinche en el corregimiento de El Remolino presenta un suelo con medio y bajo contenido de MO y, por lo tanto, precisa urgentemente una



enmienda orgánica que mejore sus condiciones y las propiedades físicas, químicas y microbiológicas que favorecen el crecimiento de las plantas y la vida microbiana.

La densidad aparente (DAP) se define como el peso secado al horno de un volumen unitario de suelo, incluyendo espacios porosos, expresado frecuentemente en  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  (Cavazos y Rodríguez, 1992). La DAP es más importante que la densidad de partículas para comprender el comportamiento físico de los suelos. En general, los suelos con baja DAP tienen condiciones físicas favorables, mientras que aquellos con DAP elevada poseen malas condiciones físicas; esto es, mayor compactación.

Es posible afirmar que el suelo del presente estudio cuenta con una DAP media, ya que los valores obtenidos se ubican entre el rango de 1.2 a 1.45. Dentro de esta clasificación hay rangos como: Bajo (1.0 – 1.2), Medio (1.2 – 1.45), Alto (1.45 – 1.60) y Muy alto ( $> 1.60$ ).

Por otra parte, según la FAO (2022), el espacio poroso del suelo se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. Dentro del espacio poroso se puede distinguir macroporos y microporos, donde agua, nutrientes, aire y gases pueden circular o detenerse. Los macroporos no retienen agua contra la fuerza de la gravedad; son responsables del drenaje, aireación del suelo y, constituyen el espacio donde se forman las raíces. Los microporos retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas.

Finalmente, el parámetro 'Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)' según la FAO (2022), es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, MO o sustancias húmicas) y, representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K,  $\text{NH}_4$  etc.).

Por otro lado, un tipo de suelo es franco arenoso (5-10 meq/100g de suelo), razón por la cual se puede afirmar que el suelo inicial que se tiene para la presente investigación pertenece al tipo de suelo mencionado; además, el nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial, entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, es arenoso o pobre en MO. La unidad de medición de CIC es en centímetros de carga por kg de suelo (FAO, 2009). Respecto a este parámetro, se puede decir que el suelo estudiado presenta bajos niveles de CIC, lo cual no es benéfico.

## Conclusiones

La adición de la MO biochar como remediador del suelo del municipio de Taminango, el cual presenta características de degradación ya que tiene un proceso de desertificación, generará resultados beneficiosos en cuanto a algunas propiedades fisicoquímicas, pues esta enmienda orgánica favorece este recurso no renovable.

Para la realización de este proyecto se tuvo en cuenta distintos aspectos; principalmente, la escogencia de la MO a utilizar, para evaluar los cambios





fisicoquímicos que pueda tener el suelo. Existen distintos tipos de enmiendas orgánicas para remediar suelos, pero para la elección adecuada se debe tener en cuenta algunos factores como: el lugar a remediar, las materias primas disponibles y el grado de degradación del recurso; así, se eligió el biochar, ya que es una solución muy factible en la zona.

La enmienda orgánica es favorable para las propiedades del suelo, pero es necesario determinar los tiempos de aplicación y actuación, con el fin de obtener mejores resultados. En el caso del pH, en los diferentes tratamientos se evidencia que los valores se reducen debido a que la aplicación del biochar genera cambios y su estabilización permite que el suelo tenga diferentes resultados; por otro lado, en propiedades como la textura, se logra evidenciar que es más difícil poder cambiarlas o modificarlas, dado que son un aspecto fundamental en el suelo.

### Referencias

- Agrología. (2018). Biochar (Biocarbón). <https://agrologia.wordpress.com/2018/08/12/biochar-biocarbon/>
- Aguirre, N. A. y Leal, L. J. (2019). *Propuesta de producción de bioabono a partir de estiércol bovino en la finca El Valle, Subachoque, Cundinamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/7712>
- Alcaldía Municipal de Taminango. (2015). Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT - Municipio de Taminango – Nariño - 2006-2015. Documento Técnico de Soporte. <https://es.scribd.com/document/362121720/Taminango-Narino-Eot-06-15>
- Anónimo. (2010). La plasticidad del suelo – Límites de Atterberg. <http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/plasticidad-del-suelo-limites-de.html>
- Bozkir, V. (2021). El suelo es la solución. <https://www.un.org/es/pga/75/media/soil-is-the-solution>
- Cavazos, T. y Rodríguez, O. (1992). *Manual de prácticas de física de suelos*. Trillas.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2013). *Agricultura orgánica nacional: bases técnicas y situación actual*. CIREN.
- Cock, J. H., Álvarez, D. M. y Estrada, M. (2010). *Guía práctica para la caracterización del suelo y del terreno. Versión 2*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Corporación BIOTEC.
- Eguillor, P. M. (2014). Cultivos y superficie orgánica, hortalizas, frutales, cereales, hierbas medicinales, semillas, viveros, praderas, ovinos, bovinos, caprinos, uva vinífera, recolección silvestre. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/agriculturaOrganica2014.pdf>



- Escalante, A., Pérez, G., Hidalgo, C., López, J., Campo, J., Valtierra, E. y Etchevers, J. D. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo *Terra Latinoamericana*, 34(3), 367-382.
- Fertilab. (s.f.). *Manual de muestreo* (4.ª ed.). Fertilidad de suelos S. de R.L.
- Garro, J. E. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.
- Intagri. (2001). La conductividad eléctrica del suelo en el desarrollo de los cultivos. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-conductividad-electrica-del-suelo-en-el-desarrollo-de-los-cultivos>
- Jaramillo, D. F. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). Desertificación y sequía. Primera Jornada Nacional de Sensibilización. Memorias. [https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Zonas-Secas/5639\\_010610\\_memo\\_primer\\_taller\\_unccd.pdf](https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Zonas-Secas/5639_010610_memo_primer_taller_unccd.pdf)
- Molina, E. y Meléndez, G. (2002). *Tabla de interpretación de análisis de suelos*. Centro de Investigación Agronómica de la Universidad de Costa Rica.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2009). Guía para la descripción de perfiles de suelos. <http://www.suelos2015.es/publicaciones/informe/guia-para-descripcion-de-perfiles-de-suelos>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2022). Textura del suelo. [https://www.fao.org/fishery/static/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s06.htm](https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm)
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (s.f.). Ordenación de los ecosistemas frágiles: lucha contra la desertificación y la sequía. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter12.htm#:~:text=La%20desertificaci%C3%B3n%20afecta%20a%20la,total%20de%20tierras%20del%20mundo>.
- Palacios, R. N. (2019). *Estabilidad y calidad de biochar de residuos agroforestales de la UNALM* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4380/palacios-hugo-rosario-natividad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

# Capítulo 18

## Evaluación del impacto sobre la quebrada Las Palmas, vereda El Socorro, corregimiento El Encano

Dania Laritssa Timaná Caicedo<sup>1</sup>

Kevin Santiago Ortiz Botina<sup>2</sup>

Rocío del Carmen Ojeda Ocaña<sup>3</sup>

**Cítese como:** Timaná-Caicedo, D. L., Ortiz-Botina, K. S. y Ojeda-Ocaña, R. C. (2023). Evaluación del impacto sobre la quebrada Las Palmas, vereda El Socorro, corregimiento El Encano. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 217-228). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c348>

### Resumen

El presente estudio evaluó los impactos sobre la quebrada Las Palmas, logrando identificar acciones susceptibles de producir impacto, así como los factores ambientales representativos del mismo, realizando un muestreo de la fuente en época seca y época de lluvias, antes y después de la intervención de la piscifactoría Santa Teresita, donde se evidenció que aguas abajo la concentración de fósforo aumenta, así como la demanda química de oxígeno, valores que se asocian a residuos de concentrado, heces y orina de los alevinos, lo cual genera un déficit en la calidad del recurso hídrico; además, el análisis se realizó con la Resolución 0631 de 2015, en el capítulo VII, artículo 15, el cual especifica los valores máximos permisibles de vertimientos a fuentes superficiales de agua. Cabe aclarar que el monitoreo fue realizado en la fuente.

**Palabras clave:** agua residual; piscifactoría; cambio; aguas abajo; concentración; impactos.

**Impact assessment on the Las Palmas stream, El Socorro, a village of El Encano**

### Abstract

The study evaluated the impacts on the Las Palmas stream, identifying actions likely to produce impact and the environmental factors representative of the

<sup>1</sup> Universidad Mariana. Correo: dantimana@umariana.edu.co

<sup>2</sup> Universidad Mariana. Correo: keviortiz@umariana.edu.co

<sup>3</sup> Universidad Mariana. Correo: rojeda@umariana.edu.co



same, by sampling the source in the dry season and rainy season, before and after the intervention of the Santa Teresita fish farm. It was evidenced that downstream the concentration of phosphorus increases, as well as the chemical oxygen demand, values associated with concentrate residues, feces, and urine of the fry, which generates a deficit in the quality of the water resource. The analysis was performed with resolution 0631 of 2015, in chapter VII, article 15, which specifies the maximum permissible values for discharges to surface water sources. It should be clarified that the monitoring was performed at the source.

*Keywords:* wastewater; fish farm; change; downstream; concentration; impacts.

## **Avaliação de impacto no córrego Las Palmas, El Socorro, corregimento El Encano**

### **Resumo**

O estudo avaliou os impactos no córrego Las Palmas, identificando as ações passíveis de produzir impacto e os fatores ambientais representativos do mesmo, por meio de amostragem do manancial na estação seca e na estação chuvosa, antes e depois da intervenção da piscicultura Santa Teresita. Foi evidenciado que a jusante a concentração de fósforo aumenta, assim como a demanda química de oxigênio, valores que estão associados a resíduos de concentrado, fezes e urina dos alevinos, o que gera um déficit na qualidade do recurso hídrico. A análise foi realizada com a resolução 0631 de 2015, no capítulo VII, artigo 15, que especifica os valores máximos permitidos para descargas em fontes de água superficial. Deve-se esclarecer que o monitoramento foi realizado na fonte.

*Palavras-chave:* águas residuais; piscicultura; mudança; jusante; concentração; impactos.

### **Introducción**

El agua es esencial para el desarrollo de la vida de los ecosistemas y de quienes lo habitan; esta ha permitido la evolución de las especies, el crecimiento poblacional y la industrialización, cambios que, a largo de la historia han generado impactos a causa de actividades antrópicas, ocasionando alteraciones que pueden ser beneficiosas o perjudiciales en las condiciones naturales del ambiente. Cabe resaltar que algunos de estos impactos pueden ser sobre el recurso hídrico, por lo que es de vital importancia diagnosticar la calidad del agua que es destinada para diversos usos: domésticos, industriales, riego de cultivos, piscícola, entre otros.

Dentro de los usos mencionados se encuentra la piscicultura, la cual utiliza el agua como materia prima en la producción de especies en condiciones controladas y, en su proceso productivo genera agua residual con alto contenido de materia orgánica (MO), sólidos y nutrientes.

Los contaminantes que con mayor frecuencia se ha pretendido remover del agua son: los sólidos, por su rápido efecto sobre la apariencia del líquido, la materia orgánica (MO) por el alto consumo de oxígeno necesario para su estabilización y los microorganismos por la posible transmisión de enfermedades por agentes patógenos. (Cárdenas y Sánchez, 2013, p. 73)

Por estos motivos, la presente investigación evaluó los parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada Las Palmas, en la vereda El Socorro, corregimiento de El Encano, antes y después de la existencia de la piscifactoría Santa Teresita, en época seca y época de lluvias, determinando el cambio que genera el efluente de este proceso productivo, para lograr mitigar o corregir estos impactos sobre el recurso hídrico.

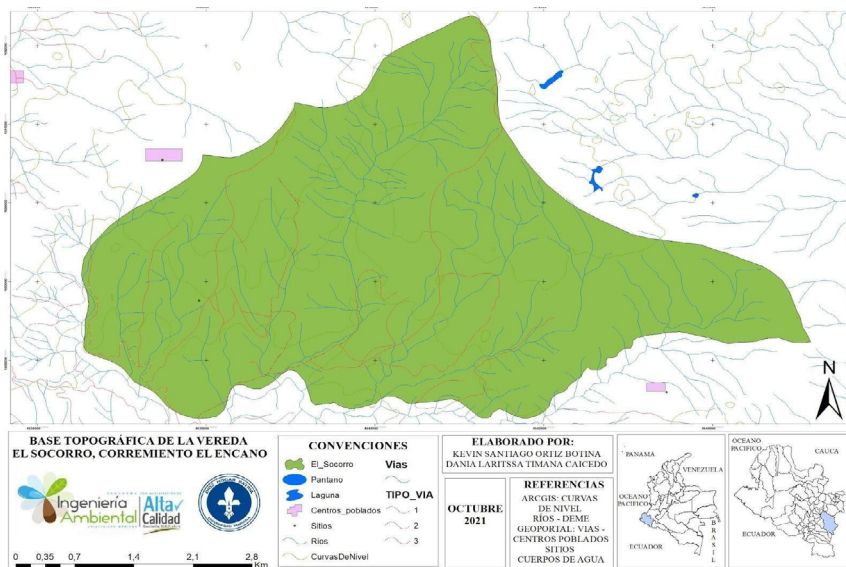
## Desarrollo

### Caracterización del proyecto

La quebrada Las Palmas abastece la vereda El Socorro y desemboca en la laguna de La Cocha, uno de los cuerpos de agua dulce más grande del país y ecosistema léntico, considerado como humedal Ramsar, ya que tiene especies endémicas y ecosistemas estratégicos, por lo que es crucial investigar sobre los diferentes afluentes que tiene la laguna, con la finalidad de preservar este ecosistema, donde está ubicada la piscifactoría Santa Teresita. El corregimiento El Encano, atravesado por la quebrada Las Palmas, localizado geográficamente a  $1^{\circ} 10' 14''$  N  $77^{\circ} 8' 35''$  O, con una altura de 2870 m s.n.m., con una humedad relativa del 80 % y una temperatura que oscila entre 8 y  $12^{\circ}\text{C}$  por promedio anual. En la Figura 1 se presenta el mapa base de la vereda El Socorro, la cual se ubica en un ecosistema bosque alto andino, teniendo en cuenta sus características geográficas y vegetativas, como se puede observar:

**Figura 1**

*Mapa base de la vereda El Socorro*



La piscifactoría cuenta con siete hectáreas, de las cuales seis son destinadas para conservación y una, que hace parte de la planta de producción; se enfoca en el cultivo de alevinos de trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), donde se identificó el proceso productivo; este inicia en la recepción de los huevos mejorados



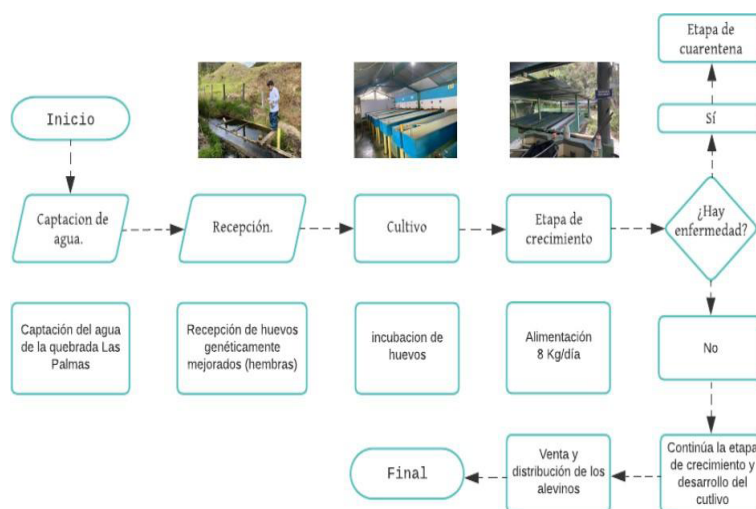
genéticamente, que llegan con una temperatura de 2 °C, por lo que es necesario aclimatarlos en un rango de 9 a 10 °C, proceso necesario para que se adapten a las condiciones del medio; luego se desinfecta con yodo y se realiza el conteo para hacer el ingreso en las doce piletas de incubación, con un volumen de 0,25 m<sup>3</sup> cada una. Este proceso dura alrededor de un mes, hasta que los huevos eclosionan y la especie se estabiliza; se requiere alimentarlos y trasladarlos a las 17 piletas de crecimiento, que cuentan con un volumen de tres m<sup>3</sup> cada una, lugar donde habitan dos meses y son alimentados con 8 Kg de concentrado al día.

El concentrado que suministra la piscifactoría es Agrinal para 150.000 ejemplares. La planta es monitoreada por dos personas de formación técnica para verificar el correcto crecimiento y desarrollo del cultivo, en caso de una enfermedad. Luego se procede a llevarlos a doce piletas de 40 con un volumen de 1 m<sup>3</sup> cada una. Según la patología que presenten, son tratados con sal, formol y/o clomarine; al finalizar los dos meses de crecimiento ya están listos para su venta. El precio oscila entre 400 a 500 pesos colombianos, teniendo en cuenta sus rasgos físicos, masa y tamaño. Cabe aclarar que en este proceso existen clasificaciones donde se descarta alevinos que presenten anomalías en sus características físicas; aquellos que mueren en este proceso son utilizados como abono en el suelo adyacente a las piletas de desarrollo y crecimiento. Esta información fue suministrada por los trabajadores de la piscifactoría. El proceso productivo se presenta en la Figura 2.

Cuando ya están listos para su venta, los alevinos son empacados. La zona de descarga cuenta con una vía de acceso tipo terciario según la Ley 1228 de 2003, que establece que las vías tercerías unen cascos municipales con veredas.

**Figura 2**

*Proceso productivo de la piscifactoría Santa Teresita*



Posterior al proceso productivo, se identificó las acciones susceptibles de producir impacto (ASPI) y generar modificaciones al ambiente en su fase de operación, considerando que la piscifactoría ya está en funcionamiento, con el fin de identificar las acciones y actividades que hacen parte del proceso productivo, que pueden generar modificaciones, como se describe en la Tabla 1.



Tabla 1

Matriz de identificación de acciones susceptibles de producir impacto

| Etapa     |                                                                        | Componente                                                                                                                                                                                       | ASPI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Descripción                                                                                     | Aspecto ambiental              |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Operación | Funcionamiento de la planta de producción                              | Uso del agua para el abastecimiento de la piscifactoría                                                                                                                                          | El agua de la quebrada Las Palmas se usa como materia prima, la cual es extraída mediante mangueras y tanques de almacenamiento para abastecer las piletas en las que se encuentran los cultivos de trucha arcoiris desde la fase de incubación hasta la fase media de crecimiento, donde son denominados ‘Alevinos’. Posterior a esto se realiza el vertimiento del agua residual a la quebrada. |                                                                                                 | Generación de aguas residuales |
|           |                                                                        |                                                                                                                                                                                                  | La piscifactoría contrata personal técnico para la operación y producción de la planta: dos habitantes de la vereda El Socorro                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                 |                                |
|           |                                                                        |                                                                                                                                                                                                  | Al final del proceso productivo, la piscifactoría deja decantar los sedimentos de sus aguas residuales; luego agrega los sedimentos en el suelo aledaño a sus piletas de producción, aumentando el porcentaje de nutrientes en el suelo                                                                                                                                                           |                                                                                                 |                                |
|           | Funcionamiento y operación de la piscifactoría en la vereda El Socorro | La población se encuentra en desacuerdo con la existencia de la piscifactoría, puesto que argumentan que este proceso productivo es el responsable de la contaminación de la quebrada Las Palmas |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Descontento de los habitantes de la vereda El Socorro por el funcionamiento de la piscifactoría |                                |



En la Tabla 1 se evidencia que existen acciones y actividades que intervienen en cinco componentes ambientales importantes: agua, suelo, factor demográfico, económico y cultural; por lo tanto, se planteó los atributos que resultan mayormente afectados por las acciones de la piscifactoría, denominados factores ambientales representativos del impacto (FARI), presentados en la Tabla 2.

**Tabla 2**  
*Matriz de identificación de factores ambientales representativos del impacto*

| Medio           | Componente | Fase      | ASPI                                                    | FARI    | Indicadores                 |
|-----------------|------------|-----------|---------------------------------------------------------|---------|-----------------------------|
| Físico          | Agua       | Operación | Uso del agua para el abastecimiento de la piscifactoría | Calidad | pH                          |
|                 |            |           |                                                         |         | Caudal                      |
|                 |            |           |                                                         |         | Temperatura                 |
|                 |            |           |                                                         |         | Oxígeno disuelto            |
|                 |            |           |                                                         |         | DBO                         |
|                 |            |           |                                                         |         | DBO                         |
|                 |            |           |                                                         |         | Acidez                      |
|                 |            |           |                                                         |         | Alcalinidad                 |
|                 |            |           |                                                         |         | Dureza cálcica              |
|                 |            |           |                                                         |         | Dureza total                |
|                 |            |           |                                                         |         | Sólidos suspendidos totales |
|                 |            |           |                                                         |         | Sólidos sedimentables       |
|                 |            |           |                                                         |         | Conductividad eléctrica     |
| Fósforo total   |            |           |                                                         |         |                             |
| Nitrógeno total |            |           |                                                         |         |                             |

|             |                                                                                          |                               |                                                                                           |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Suelo       | Disposición de sedimentos de las aguas residuales en el suelo aledaño a la piscifactoría | Calidad                       | Nutrientes en el suelo                                                                    |
| Demográfico | Uso del personal para la operación de la planta                                          | Económico                     | Nivel de empleo<br>Nivel de ingresos                                                      |
| Social      | Funcionamiento y operación de la piscifactoría en la vereda El Socorro                   | Infraestructura de producción | Número de piletas para la producción<br>Cantidad de concentrado<br>Cantidad de producción |
| Económico   |                                                                                          |                               |                                                                                           |

### Muestreo y análisis de agua antes y después de la piscifactoría

Se determinó el muestreo de agua en época seca y época de lluvias. Según Narváez (2014), el régimen de distribución de las lluvias en esta zona es unimodal biestacional con una época de lluvias intensas que va del mes de abril hasta el mes de octubre y, una época seca o pocas lluvias en los meses de noviembre a marzo. Siendo así, se diseñó un cronograma para la toma de muestra, medición de caudal, análisis de parámetros *in situ* y análisis de laboratorio (Tabla 3). La selección de los parámetros analizados se realizó tomando como referencia la Resolución 0631 de 2015, capítulo VII, artículo 15, donde se establece los parámetros y los valores máximos permisibles en vertimientos a cuerpos de agua. Para esto, se atendió los parámetros más representativos según información secundaria sobre la piscicultura. El muestreo y monitoreo se realizó en la fuente receptora, según el Instructivo para la toma de muestra de aguas residuales adoptado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2007).

**Tabla 3**

*Cronograma de análisis y muestreo de agua*

| Toma de muestra   | Análisis en laboratorios |
|-------------------|--------------------------|
| Jueves 10/03/2022 | Viernes 11/03/2022       |
| Jueves 30/03/2022 | Viernes 01/04/2022       |
| Jueves 28/04/2022 | Viernes 29/04/2022       |
| Jueves 19/05/2022 | Viernes 20/05/2022       |

A continuación, se describe los parámetros a evaluar y los métodos de análisis con su referencia.



**Tabla 4**

*Métodos de análisis de los parámetros a evaluar*

| Parámetros a evaluar    | Método de análisis                         | Referencia                     |
|-------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|
| pH                      | <i>In situ</i> - Método electrométrico     | SM 4500 H+B                    |
| Conductividad eléctrica | <i>In situ</i> - Método electrométrico     | SM 2530B                       |
| Oxígeno disuelto        | <i>In situ</i> - Método electrométrico     | SM 4500 O,G                    |
| Temperatura             | <i>In situ</i> - Método electrométrico     | SM 5220 B                      |
| BQO                     | Laboratorio- titulométrico                 | SM 5220 C                      |
| DBO5                    | Laboratorio- titulométrico                 | SM 5210 B, 4500 O-G            |
| SST                     | Laboratorio- titulométrico                 | SM 2549 D                      |
| Sólidos sedimentables   | Laboratorio- titulométrico                 | SM 2540 F                      |
| Fósforo total           | Laboratorio - Método de espectrofotometría | SM 4500 P, B, E                |
| Nitrógeno total         | Laboratorio- Kjeldahl                      | Análisis SM 4500 C NH3 B, C(2) |
| Acidez total            | Laboratorio- titulométrico                 | SM 2310 B                      |
| Alcalinidad total       | Laboratorio- titulométrico                 | SM 2320 B                      |
| Dureza cálcica          | Laboratorio- titulométrico                 | SM 3500- Ca B                  |
| Dureza total            | Laboratorio- titulométrico                 | SM 234C                        |

Una vez se conoció el método de análisis, se procedió a muestrear para obtener cada valor para cada parámetro, como se indica en la Tabla 5.

**Tabla 5***Valores de los parámetros evaluados*

| Parámetros          | Unidades                           | Época seca   |        |             |        | Época de lluvias |        |             |        |
|---------------------|------------------------------------|--------------|--------|-------------|--------|------------------|--------|-------------|--------|
|                     |                                    | Aguas arriba |        | Aguas abajo |        | Aguas arriba     |        | Aguas abajo |        |
|                     |                                    | M1           | M2     | M1          | M2     | M1               | M2     | M1          | M2     |
| pH                  | U. de pH                           | 7,238        | 7,497  | 7,032       | 6,986  | 8,287            | 8,160  | 7,743       | 8,301  |
| O <sub>2</sub>      | <u>mgO<sub>2</sub></u><br><i>L</i> | 7,77         | 7,96   | 7,76        | 7,96   | 8,24             | 8,17   | 8,277       | 8,36   |
| CE                  | <u>US</u><br><i>cm</i>             | 35,8         | 37,5   | 28,5        | 27,9   | 36,6             | 18,7   | 27,1        | 14,8   |
| Temperatura         | °C                                 | 11,9         | 11,7   | 12,03       | 11,09  | 11,3             | 11,5   | 10,8        | 11,5   |
| DQO                 | <i>mg O<sub>2</sub></i>            | 116,48       | 99,84  | 137,28      | 120,64 | 116,48           | 145,6  | 137,28      | 120,64 |
| DBO <sub>5</sub>    | <i>L</i>                           | 26,1         | 13,74  | 27          | 16,08  | 13,242           | 5,67   | 6,318       | 1,02   |
| SST                 | <u>mg</u><br><i>L</i>              | 1434         | 102,4  | 1420,8      | 98,4   | 0,8              | 4      | 0,8         | 4,4    |
| Sólidos sed         | <u>mL</u><br><i>L*H</i>            | 0,5          | 0,15   | 0,2         | 0,25   | 0,1              | 0,1    | 0,1         | 0,1    |
| Fósforo total       |                                    | 0,0362       | 0,0478 | 0,0420      | 0,0536 | 0,0343           | 0,1429 | 0,0886      | 0,1972 |
| Nitrógeno total     | <u>mg</u><br><i>L</i>              | <5,00        | <5,00  | <5,00       | <5,00  | 6,1              | <5,00  | <5,00       | <5,00  |
| Acidez total        | <i>mg CaCo<sub>3</sub></i>         | 15,2         | 22,8   | 7,6         | 17,1   | 9,5              | 17,1   | 7,6         | 9,5    |
| Alcalinidad total   |                                    | 33,15        | 39,78  | 18,785      | 26,52  | 39,78            | 26,52  | 13,26       | 13,26  |
| D u r e z a cálcica |                                    | 20,7         | 17,94  | 6,9         | 4,14   | 2,76             | 8,28   | 5,52        | 11,04  |
| Dureza total        | <i>L</i>                           | 24,84        | 23,46  | 11,04       | 8,28   | 33,12            | 17,94  | 19,32       | 22,08  |

Con los valores obtenidos en la Tabla 4 se procedió a realizar el análisis estadístico de los resultados expuestos en la Tabla 5, con el Software SigmaPlot versión 12.0, empleando el método Anova para todas las variables expuestas, teniendo en cuenta los tratamientos de la tabla de diseño experimental, donde se atendió el P valor del análisis, el cual expresa la significancia de cada valor obtenido.

## pH

Los resultados de pH tienen valores entre neutro y ligeramente básico, los cuales se encuentran en el rango establecido en la Resolución 0631 de 2015.



## **Oxígeno disuelto**

Los resultados muestran características de un agua superficial con buena aireación. Se pudo identificar que las variaciones están relacionadas con las precipitaciones, temperatura y aumento progresivo del caudal e intervención continua del choque con piedras. Según Sierra (2011), los gases como el oxígeno tienen una solubilidad mayor en el agua a menores temperaturas. La quebrada Las Palmas presentó una temperatura promedio de 11,8 °C, lo cual favorece las condiciones de reaeración. Según González (2017), las fuentes de oxígeno son la precipitación pluvial, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada. Su consumo ocurre por respiración de las plantas y animales.

## **Demanda bioquímica de oxígeno DQO**

Son valores bajos que no representan significancia para el cuerpo lóxico; determinan el contenido de MO de una muestra de agua (Sierra, 2011). Aguas abajo de la piscifactoría se evidencia un aumento en la DQO, lo cual demuestra que existe una afectación en la calidad del agua, que está directamente relacionada con la concentración de fósforo y aporte de MO. “En los sistemas acuícolas el fósforo proviene de las heces, orina y restos de alimentos que son descargados en forma particulada, fase sólida o en forma disuelta” (Teixeira et al., 2013, p. 174).

## **Demanda biológica de oxígeno DBO**

Se pudo evidenciar que la  $DBO_5$  disminuye en época de lluvias, lo cual puede deberse a sustancias contaminantes que generan una resistencia biológica a la degradación de las mismas. Los valores de  $DQO_5$  determinan el contenido de MO de una muestra de agua (Sierra, 2011). Aguas abajo de la piscifactoría se evidencia un aumento en la DQO y la  $DBO_5$ , lo cual demuestra que existe una afectación en la calidad del agua, que está directamente relacionada con la concentración de fósforo y aporte de MO.

## **Sólidos suspendidos totales (SST)**

Los sólidos suspendidos totales muestran una alta variación entre las diferentes épocas del año. En época seca presentan un valor notablemente mayor que en época de lluvia. Estadísticamente, los datos son repetibles según la época de monitoreo y no tienen variaciones que afecten su significancia.

## **Fósforo**

La concentración de fósforo es mayor aguas abajo. Según González (2017), es importante conocer el valor de la concentración de fósforo en un agua natural, para evaluar el riesgo de eutrofización. Así, el fósforo está directamente relacionado con la eutrofización de ríos, pero especialmente de lagos y embalses.

## **Aforo de la quebrada Las Palmas**

El cálculo del caudal promedio para las dos épocas climáticas de la quebrada Las Palmas se realizó con el aforo de la fuente por el método de flotadores. Este

método se utiliza cuando no se puede emplear un molinete debido a velocidades o profundidades inadecuadas, a la presencia de material en suspensión, o cuando la medición del caudal deba realizarse en un período de tiempo muy corto (IDEAM, 2007). (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Caudal de la quebrada Las Palmas*

| <b>Caudal promedio de la quebrada Las Palmas</b> |             |            |               |
|--------------------------------------------------|-------------|------------|---------------|
| Época                                            | Agua arriba | Agua abajo | Unidades      |
| Seca                                             | 163,093     | 173,077    |               |
| Lluvias                                          | 286,374     | 669,421    | <u>L</u><br>s |

En la Tabla 6 se evidencia que, para época de lluvias aguas abajo incrementa significativamente el caudal; por tal motivo, aumentaron las concentraciones en la mayoría de parámetros.

### Conclusiones

La piscifactoría Santa Teresita ocupa una hectárea para su proceso productivo, el cual genera cambios fisicoquímicos en el agua, que pueden causar alteraciones en las condiciones normales de la quebrada Las Palmas.

Aguas abajo se evidencia un aumento en las concentraciones de fósforo y la DQO, lo cual refleja una disminución en la calidad del agua en el cuerpo receptor que, con el tiempo, traerá problemas de oxigenación en la misma y posibles escenarios donde se encuentre presente la eutrofización.

El aumento en el caudal de la quebrada Las Palmas está directamente relacionado con las precipitaciones de la zona, justificando lo que expresa Narváez (2014), quien especifica los rangos de meses de las estaciones bimodales en el corregimiento El Encano.

Al efectuar la evaluación de impactos ambientales sobre la quebrada Las Palmas por parte de la piscifactoría Santa Teresita, fue necesario identificar las características de producción de la misma y las características fisicoquímicas de la quebrada.

Se requiere implementar un sistema de tratamiento de las aguas residuales de la piscifactoría Santa Teresita, que evite generar impactos ambientales sobre la misma y su ecosistema.



## Referencias

- Cárdenas, G. L. y Sánchez, I. A. (2013). Nitrógeno en aguas residuales: orígenes, efectos y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública. *Universidad y Salud*, 15(1), 72-88.
- González, E. A. (2017). *Impacto ambiental de la acuicultura intensiva en los componentes agua y sedimentos en el lago Guamuez, Nariño* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59203>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2007). Instructivo para la toma de muestra de aguas residuales. [http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma\\_Muestras\\_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428](http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428)
- Ley 1228 de 2008. (2008, 16 de julio). Congreso de la República de Colombia. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=31436>
- Narváez, A. L. (2014). *La precipitación en el humedal. Laguna de la Cocha, Colombia, y su relación en la sustentabilidad de la región* [Tesis de Maestría, Universidad de Buenos Aires]. [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n5823\\_NarvaezApraez.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n5823_NarvaezApraez.pdf)
- Resolución 0631 de 2015. (2015, 17 de marzo). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/Resolucion-631-2015.pdf>
- Sierra, C. A. (2011). *Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico*. Universidad de Medellín.
- Teixeira, G., Sánchez, I. A., Gebara, D., Dall'Aglio, S. M. y Matsumoto, T. (2013). Remoción de fósforo de diferentes aguas residuales en reactores aerobios de lecho fluidizado trifásico con circulación interna. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (67), 172-182.





Universidad  
**Mariana**

Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983



Editorial  
**UNIMAR**

**Universidad Mariana**  
**Calle 18 No. 34-104 San Juan de Pasto**  
**<https://libros.umariana.edu.co/index.php/editorialunimar>**