

Universidad de Cundinamarca

Repositorio CTel

Galeria de Libros

Libros

6-17-2022

La Investigación en la Era Digital

Ana Milena Bejarano Torres

Universidad de Cundinamarca, amilenabejarano@ucundinamarca.edu.co

Follow this and additional works at: https://repositorioctei.ucundinamarca.edu.co/libros_ctei



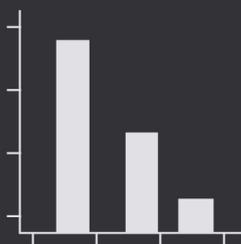
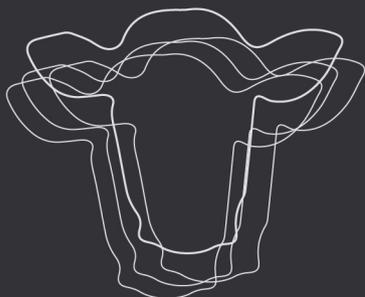
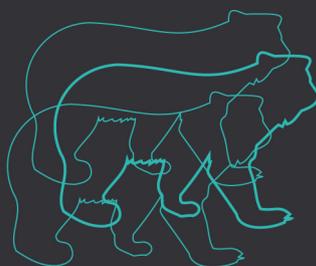
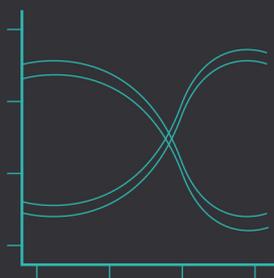
Part of the [Science and Technology Studies Commons](#)

Recommended Citation

Bejarano Torres, Ana Milena, "La Investigación en la Era Digital" (2022). *Galeria de Libros*. 1.
https://repositorioctei.ucundinamarca.edu.co/libros_ctei/1

This Book is brought to you for free and open access by the Libros at Repositorio CTel. It has been accepted for inclusion in Galeria de Libros by an authorized administrator of Repositorio CTel. For more information, please contact editorial@ucundinamarca.edu.co.

La Investigación en la Era Digital





La Investigación
en la Era Digital

Bejarano Torres, A. M. (Coord.).
La Investigación en la Era Digital
Editorial de la Universidad de Cundinamarca. 2021.
Fusagasugá.
520 p.
ISBN: 978-958-5195-23-3



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA

Dr. Adriano Muñoz Barrera
Rector

Dra. María Eulalia Buenahora
Ochoa
Vicerrectora Académica

Dra. Olga Marina García
Norato
Directora de Investigación
Universitaria



© Universidad de Cundinamarca, 2021
Primera Edición, 2021

Dirección de Investigación:
Coordinadora del Proyecto:
Ana Milena Bejarano Torres

Editorial:
Dirección y Editora: **Olga Marina García Norato**
Corrección de estilo:
Yesid Castiblanco Barreto
Diseño editorial y diseño de cubierta:
Paula Karina Martínez Camelo
Registro digital: **Ana Milena Bejarano Torres**

Dirección de Investigación
Universidad de Cundinamarca
www.ucundinamarca.edu.co
editorial@ucundinamarca.edu.co
Diagonal 18 No. 20 - 29
Fusagasugá - Cundinamarca

ISBN: 978-958-5195-23-3

Autores:

Jorge Luis Roncancio Turriago
Jason Ricardo Pinzón Villamil
Cristian Yesid Otálora Rodríguez
Édison Gustavo Cañón Varela
Laura Alexandra Romero Solórzano
Alexandre Berndt
Paulo Henrique Mazza Rodrigues
Luz Deni Guerrero Espinosa
Yesica Tatiana Figueroa Moreno
Deisy Fernanda Páez López
Mary Luz Monroy Rubiano
Jenny Paola Moreno López
Laguandio del Cristo Banda Sánchez
César Alfonso Ariza Castillo
Arlette Ivonne Gil Clavijo
Cristian Fernando Acosta
Martha Lidia Barreto Moreno
Jack Fran García Pérez
Dario Benavides Pava
Nini Tatiana Serna García
María Paula Gómez Leal
Faisury Alexandra Llanos Ortiz
Geraldín Andrea Niño Galindo
Jairo Eduardo Márquez
Sandra Milena Melo Perdomo
Carlos Arturo Narváez Benavides
Luisa Johanna Lara Rodríguez
Tatiana Yeraldín Ladino Martínez
Adriana Paola Cuevas Montaña
Javier Eduardo Cortés Cortés
Karen Alejandra Venegas Cárdenas
Daniela Alejandra Marles Caicedo
Fáider Humberto Barrero Sánchez
Sandra Yulie González Cuellar
Nubia Estela Florián Rodríguez
Misael Fernando Perilla Benítez
Javier Alejandro Castañeda Celis
Mario Alejandro Jiménez Soler
Duvan Felipe Bernal Varila
Leonardo Valderrama García
Lina María Amarillo Cardenas
Diana Marcela Lucero Cabra
Ingrid Vanesa Cagua Casallas
Jonathan Andrés Aguirre Perdomo
César Augusto Giraldo Duque
Dayana Alexandra Lozada Ayala
María Aldaya Rodríguez
John Jairo Sandoval Valencia
Nelson Enrique Fonseca Carreño
Wilmar Encisar Barragán Baracaldo
César Augusto Casas
Fáider Humberto Barrero Sanchez
Alejandría Castillo Sánchez

Jairo Enrique Granados Moreno
Jairo Alonso Ávila Moreno
Olga Marina García Norato
Carlos Andrés Bustos González
Elizabeth Escobar Cazal
María Cristina Velásquez Ardila
Gonzalo Escobar Reyes
Lourdes Elvira Rodríguez Guzmán
Natalia Escobar Escobar
Edwin Davier Herrera Rojas
Olga Liliana Gutiérrez Castaño
Jeane Fernanda Gálvez Sabogal
Cristian Arias
César Casas
Pablo Muñoz
Edwin Palacios
Leonardo Mujica
Cristian Hurtado
César Quintero
Faidier Humberto
Carlos Vargas
Martha Isabel Díaz Ramírez
Rafael Leonardo Cortés Lugo
Duvan Felipe Bernal Varila
Leonardo Valderrama García
Lina María Amarillo Cardenas
María Teresa Jiménez Duarte
Andrea del Pilar Silva Prieto
Édison Gustavo Cañón Varela
Adriana Hernández Bustos
Diego Orlando Méndez Pineda
Esperanza Merchán Hernández
Álvaro Celis Forero
Laura Rocío Fonseca Hernández
Alba Gissela Fajardo Ortiz
Liz Karen Ruiz Bohórquez
Daniel Cubillos Pedraza

DERECHOS RESERVADOS:

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro, sin permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

Los conceptos aquí expresados son responsabilidad exclusiva de sus autores y no necesariamente representan la posición oficial de la Universidad de Cundinamarca.

No comercial: no puede utilizar esta obra con fines comerciales de ningún tipo. Tampoco puede vender esta obra bajo ningún concepto ni publicar estos contenidos en sitios web que incluyan publicidad de cualquier tipo.

El presente libro es derivado de un compendio de resultados de investigación parciales y finales de los Grupos de Investigación avalados institucionalmente y presentados en el marco del III Simposio de Ciencia Tecnología e Innovación.

En cuanto a la información consignada en el presente documento, fue revisada y evaluada por pares evaluadores externos doble ciego con el fin de garantizar una valoración crítica e imparcial sobre la calidad de los manuscritos; por lo cual los autores fueron informados sobre las recomendaciones dadas por los pares para realizar los respectivos cambios y/o ajustes del caso, para finalmente ser aprobados por el Consejo Editorial de la Universidad de Cundinamarca.

Contenido

PROLOGO	14
---------	----

Simulador en realidad virtual para la capacitación de la limpieza bucal en el campo de la odontología mediante el uso de las gafas de realidad virtual Oculus Rift	17
--	----

Efecto de fuentes energéticas sobre la producción de metano en bovinos	32
--	----

Creencias y prácticas culturales que influyen en la lactancia materna exclusiva, en madres primerizas, año 2019	42
---	----

Efectos y usos de las auxinas en el desarrollo de plantas	51
---	----

Modelado dinámico del ciclo de vida de un servicio educativo itinerante - Talleres de alfabetización computacional

75

Andrei Borshchev, I. G. (2017). The big book of simulation modeling. Multimethod modeling with AnyLogic 8. The AnyLogic Company.

79

Desarrollo de una herramienta didáctica para la enseñanza de ciencias naturales 1.° - 3.° con realidad aumentada

89

Aspectos etnobotánicos preliminares presentes en los municipios de la provincia del Alto Magdalena, Cundinamarca

97

Chatbot como recurso formativo en un ambiente de aula invertida

116

Creatividad docente como base para el desarrollo de una cultura investigativa en la Universidad de Cundinamarca

134

Digestibilidad in vivo, rendimiento en canal y peso del tracto digestivo de conejos en engorde alimentados con acacia negra (*Acacia decurrens*) en dos presentaciones

155

Diseño y simulación de un sistema híbrido de generación de energía eléctrica (SHGEE) para abastecer un sistema de acuaponía en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca

174

Desafíos del deporte y la actividad física ante la era digital

189

Sistema web con biometrico para de trazabilidad y seguimiento en la atención, distribución y entrega de Bienestarina Más® en los municipios de Chía y Soacha

201

Frameworks y servicios en la nube para el desarrollo de software en la generación de soluciones de telemedicina en el Hospital de Tabio

219

Estilos de vida que afectan la salud de las personas con discapacidad intelectual, Centro de Vida Sensorial de Atención a la Persona con Discapacidad, Fusagasugá, 2020

238

Resultados del Grupo de Investigación GREICO

249

Análisis de la eficiencia del almidón de papa oxidado como coagulante en el tratamiento de aguas provenientes de la desembocadura del río Bogotá

270

La sustentabilidad en la agricultura familiar agroecológica

291

Diseño de un sistema hidrosolar y sistema de adquisición de datos (DAQ) para temperatura y pH

312

Caracterización nutricional y digestibilidad de la dieta del oso andino (*Tremarctos ornatus*) tras la inclusión de puya (*Puya goudotiana*) y palmito (*Geonoma cuneata*) en cautiverio

325

Incidencia de los estilos cognitivos en el aprendizaje por investigación de bioquímica metabólica, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCundinamarca

331

Bibliografía

336

Productividad y competitividad de los cultivos de lechuga, maíz y papa en Colombia

361

Introducción

364

Metodología **365**

Resultados **366**

Bibliografía **385**

Grupo ARADO en la era digital 2019-2020 **388**

Experiencias y perspectivas investigativas del grupo Área Verde ante la actual crisis sanitaria (COVID-19)

402

La investigación desde la perspectiva del grupo TEMCON y su participación en los procesos de CTI en la Universidad de Cundinamarca

410

Producción de diésel renovable mediante hidrotratamiento de ácidos grasos derivados de residuos grasos animales

427

Promoción de Campos de Aprendizaje para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje bilingüe en la Universidad de Cundinamarca

448

Desarrollo de una aplicación de realidad virtual para capacitación sobre control de incendios con extintores

463

Introducción

467

Bibliografía

473

Avances de la investigación “Impacto de la implementación de un modelo de aula invertida para el proceso de enseñanza-aprendizaje en el componente básico profesional del programa de Enfermería de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Cundinamarca

475

Abstract

477

Introducción **479**

Desarrollo **480**

Conclusiones **490**

Bibliografía **248**

Utilización de mutantes naturales en la selección de líneas promisorias de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo voluble para el Sumapaz **492**

Agrociencia: pasado, presente y futuro **508**

PRÓLOGO

La aparición y difusión de nuevas tecnologías con redes públicas de internet han permitido amplio acceso de las poblaciones a la información y al conocimiento. Sin embargo, hay que preguntarse si esto se da en condiciones de igualdad y universalidad. Desde la UNESCO es claro que debe caminarsse en la senda de desarrollo humano y sostenible. Así, las sociedades del conocimiento se deben apoyar en “la libertad de expresión, el acceso universal a la información y al conocimiento, el respeto a la diversidad cultural y lingüística, y una educación de calidad para todos”.

Con el cumplimiento de estas premisas se consolida la paz, el desarrollo económico sostenible y el diálogo intercultural. Con la “apertura” de contenidos, la tecnología, la formulación y ejecución de políticas y el refuerzo de las capacidades, se avanza hacia el autoaprendizaje. En esta dirección investigadores e innovadores pueden compartir y utilizar datos con mayor facilidad, proporcionando a docentes y estudiantes de todo el mundo acceso a la información y al conocimiento.

“Para progresar con éxito en un mundo que evoluciona constantemente y resolver los problemas cotidianos

de manera eficaz, los individuos, las comunidades y los países deben dotarse de ciertas competencias que les permitan buscar información, evaluarla de manera crítica y transformarla en conocimientos nuevos. Cuando se dominan las competencias básicas en materia de información, se tiene acceso a nuevas oportunidades que aumentan nuestra calidad de vida. La alfabetización informacional está estrechamente ligada a otras competencias como son los conocimientos básicos en Tecnología de la Información y de la Comunicación, y la alfabetización digital y mediática”.

Las pedagogías orientadas al desarrollo sostenible (EDS) deben estimular a los estudiantes a hacer preguntas, a analizar, y a pensar desde perspectivas críticas involucrando la toma de decisiones. Se pasa entonces a pedagogías centradas en el alumno y al aprendizaje participativo.

Las pedagogías de la educación para el desarrollo sostenible suelen basarse en el lugar o en los problemas o temas para fomentar el pensamiento crítico, la crítica social y el análisis de los contextos locales. Incluyen la discusión, el análisis y la aplicación de valores. Éstas acuden al arte (teatro, representaciones, música, diseño, y el dibujo con miras a fomentar la creatividad y la imaginación. Se orientan a favor del cambio, el desarrollo de justicia social y la autoeficacia. (UNESCO, 2012)

Como agente de la transmodernidad y de la “realidad académica, científica, visible, dinámica, abierta, reflexiva, crítica, sustentable” la Universidad de Cundinamarca, siendo pública, responde a la sociedad que necesita ciudadanos formados en principios éticos, humanos y

altamente calificados que se desenvolverán e impactarán en los niveles de provincia, regional, nacional e internacional. Imparte educación para la vida bajo valores democráticos, de libertad y civilidad. Su comunidad académica de seres humanos integrales, responsables y solidarios, concibe al docente como “sujeto libre, transformador, colaborativo, gestor de conocimiento” y al estudiante “como centro del proceso de formación, creador de oportunidades, autónomo, crítico y propositivo, lo cual permite tener un egresado innovador, emprendedor y generador de empleo.” (UCUNDINAMARCA-UDEC Generación Siglo XXI, 2016).

Las universidades, grandes y pequeñas, enfrentan actualmente el desafío que supone su ajuste ante el surgimiento de la producción de conocimiento distribuido. En el caso de la investigación, en particular, el plan y su financiamiento son con creciente frecuencia el resultado de un diálogo entre los investigadores y usuarios, reglamentadores, grupos de interés, etc. Si ese diálogo no permite llegar al consenso, la investigación no tendrá lugar.

El Tercer Simposio de Ciencia Tecnología e Innovación de la Universidad de Cundinamarca se desarrollo con el objeto de permitir a los grupos de investigación realizar un ejercicio de socialización de resultados parciales y finales de las investigaciones realizadas en el marco de la era digital, por ello este simposio lleva como nombre “ La investigación en la Era Digital”

Simulador en realidad virtual para la capacitación de la limpieza bucal en el campo de la odontología mediante el uso de las gafas de realidad virtual Oculus Rift

Jorge Luis Roncancio Turriago¹

Jason Ricardo Pinzón Villamil²

Cristian Yesid Otálora Rodríguez³

Édison Gustavo Cañón Varela⁴

1 Estudios en ingeniería de sistemas. Ingeniero graduado de la Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-1543-2899>, rtjorge@ucundinamarca.edu.co

2 Estudios en ingeniería de sistemas. Ingeniero graduado de la Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0003-4730-0716>, jricardopinzon@ucundinamarca.edu.co

3 Estudiante de ingeniería de sistemas de la Universidad de Cundinamarca. Líder del Semillero de Investigación Invensoft de la Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-8735-1916>, cotalora@ucundinamarca.edu.co

4 Ingeniero de sistemas de la Universidad de Cundinamarca, extensión Chía. Maestría en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos, Universidad Internacional de La Rioja (en curso). Especialista en Gerencia de Proyectos de Inteligencia de Negocios. Docente de la Universidad de Cundinamarca y director del proyecto. <https://orcid.org/0000-0002-5644-9005>, egcanon@ucundinamarca.edu.co

Resumen

Simudólogo se creó como una aplicación de realidad virtual para la capacitación de odontólogos en la realización de limpiezas bucales, con el fin de que el usuario pudiera tener una experiencia inmersiva y se le permitiera realizar todo tipo de pruebas y acercamientos antes de trabajar con un paciente real. Para crear la aplicación se hizo una investigación exhaustiva en cuanto al proceso de limpiezas bucales con el fin de que el usuario pudiera experimentar, de forma casi exacta, todo este proceso. Al tener esta información, se procedió a estructurar el proyecto, enmarcándolo en la metodología RUP, lo cual facilitó poder tener una visión ordenada y clara del producto final. Por último, con todos los diagramas y casos de uso estructurados, se diseñó todo un entorno virtual en Unity 3D, calcado al consultorio original, con el instrumental necesario para realizar la limpieza, todo el mobiliario odontológico y el paciente al cual se debía tratar. El resultado final es una aplicación/simulador que facilita la capacitación y el aprendizaje de los odontólogos antes de tratar con pacientes reales; esta aplicación/simulador a su vez brinda una experiencia real en un entorno virtual y una retroalimentación de cada uno de los procedimientos necesarios para hacer una limpieza bucal, con el fin de que el usuario pueda observar sus fortalezas y debilidades, y de esta forma mejorar su técnica para atender a un paciente.

Abstract

Simudólogo was created as a virtual reality application for the training of dentists in performing oral cleanings, so that the user could have an immersive experience and be allowed to perform all kinds of tests and approaches before working with a patient real. To create the application, an exhaustive investigation was carried out regarding the process of performing oral cleaning so that the user could experience, almost exactly, this entire process. Having this information, we proceeded to structure the project, framing it in the RUP methodology, this facilitated being able to have an orderly and clear vision of the final product. Finally, with all the diagrams and structured use cases, an entire virtual environment was designed in Unity 3D, traced to the original office, with all the instruments necessary to perform the cleaning, all the dental real estate and the patient to be treated. The end result is an application / simulator that facilitates training and learning for dentists before dealing with real patients; This application / simulator in turn provides a real experience, in a virtual environment, and feedback on each of the procedures, necessary to perform an oral cleaning, so that the user can observe their strengths and weaknesses and from this way to improve your technique to care for a patient.

Palabras claves: capacitación, limpieza bucal, odontología, realidad virtual, simulador

Keywords: Training, Oral cleaning, Dentistry, Virtual reality, Simulator

Introducción

La odontología es una de las ramas de las ciencias de la salud encargada del cuidado de la boca, vital para los seres humanos ya que forma parte de la estética y el cuidado personal. La mala higiene bucal de los pacientes es uno de los factores más importantes que ocasiona enfermedades periodontales o halitosis, que pueden llevar al retraimiento de las encías y la pérdida de los tejidos de soporte de los dientes o periodontitis. Otro factor importante en este tema es el manejo dado por los odontólogos a los pacientes; por el mal uso de algún medicamento o la mala utilización de un instrumento, un paciente puede quedar con alguna afectación en la boca o el rostro. Estas irregularidades, en su gran mayoría, pueden darse por malas prácticas a la hora de realizar los procedimientos y no hay que olvidar que se está tratando con la salud de seres humanos, y un fallo en un procedimiento puede traer implicaciones de por vida. Por esto, se busca la creación de un simulador virtual que les permita a los profesionales en la odontología observar qué implicaciones tiene cada procedimiento que realicen en la boca de sus pacientes, con el fin de pulir sus técnicas de tratamiento en ellos, consiguiendo un servicio de calidad. Para el desarrollo de este proyecto se pretende utilizar una metodología híbrida entre la metodología de desarrollo Rational Unified Process (RUP) y la metodología de seguridad Security Development Lifecycle (SDL). RUP, desarrollada por Rational Software, es una metodología de proceso iterativo e incremental, enfocada en el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. SDL, desarrollada por Microsoft, es una metodología enfocada en mejorar la seguridad

del desarrollo de un producto de *software*, a través de 16 actividades específicas.

Desarrollo

Para la realización de este, se llevó a cabo la utilización de la metodología RUP. Este se desarrolló se divide en dos versiones.

Primera versión

Estaba enfocada en realizar un aplicativo funcional, en el cual se pudieran empezar a implementar y probar mecánicas básicas que sirvieran como base para todo el desarrollo. El objetivo principal de esta versión era empezar a descubrir cuáles serían los principales problemas en cuanto a desarrollo y diseño que tendría el proyecto, con el fin de darles solución en versiones posteriores.

En esta medida, lo primero que se realizó fue crear la interfaz de usuario (formulario de registro, menú de login y menú principal y formulario de registro) en Unity.

En esta versión no se implementó la conexión a la base de datos, por lo que los datos recolectados del registro se guardaban en variables asignadas en el código y únicamente funcionaban cada vez que se ejecutaba la aplicación.

La única finalidad de este proceso era validar que el funcionamiento de la captura de datos funcionara de forma correcta.

Igual que con el registro, los datos ingresados para el acceso al sistema se quemaron en el código fuente, puesto que la única intención era poder observar el comportamiento de las interfaces y que el cambio entre ellas se realizara de forma correcta.

Al finalizar con la creación de las interfaces, se procedió a montar la escena donde se encontraría los instrumentos de trabajo del odontólogo, la unidad odontológica y el paciente; la unidad odontológica, para esta versión, fue descargada de una página gratuita llamada Free3D (<https://free3d.com/>) ya que, como se mencionó anteriormente, el objetivo era probar las funcionalidades del aplicativo para luego mejorarlo.

La unidad odontológica descargada contaba con todo el instrumental odontológico necesario para realizar las pruebas. El odontólogo y el paciente fueron modelados en Blender y para representarlos se utilizó un par de manos y una mandíbula con dientes, respectivamente.

Luego de crear la escena en Unity, se programó una limpieza odontológica sencilla, sin minucias del proceso y con algunas instrucciones básicas para empezar a realizar pruebas de funcionamiento. Se agregaron funciones como seleccionar instrumental y limpiar determinados dientes; cada función recibía una retroalimentación interactiva indicando si el proceso se realizó de forma correcta o incorrecta.

Al finalizar con la limpieza, se le entregaba al usuario una retroalimentación sencilla de las veces que realizó el procedimiento de forma adecuada y la cantidad de errores que cometió, con el fin de tener un primer acercamiento a la forma en la que se entregará el informe final de la limpieza en posteriores versiones.

Con todas las funcionalidades implementadas ya se tenía una visión general del *software* y el funcionamiento que iba a tener, por ende, se dio por terminada la primera versión del *software*, que arrojó como resultado el primer prototipo funcional de la aplicación.

Segunda versión

Se dio más vida a la parte visual, se crearon y descargaron más modelos 3D con el fin de hacer más agradable la escena, se creó una interfaz de usuario más dinámica y fluida, se implementó la realidad virtual, se implementaron mecánicas más exactas para el proceso de limpieza, se generaron los menús de ayuda y se crearon los informes. Esta versión tenía por objetivo crear un aplicativo casi terminado capaz de cubrir todos los objetivos del proyecto.

En la primera versión se modeló una mandíbula con todos sus dientes incrustados, lo cual no permitía manipular los dientes de manera independiente, por este motivo, lo primero que se realizó en la segunda versión fue crear modelos de todas las piezas dentales. Para este proceso en Blender, se tomó como base un cubo y con una imagen guía de fondo se empezó a transformar dicho cubo en un diente. Al ser un modelo 3D, fue necesario dar forma por

todas las caras del cubo. Este proceso se llevó a cabo para los 32 dientes que tiene la boca humana ya que cada diente es diferente.

Luego de tener todos los modelos de los dientes, se aprovechó la mandíbula modelada en la primera versión y se incrustaron los nuevos dientes allí.

Otras de las cosas importantes por modelar para esta versión eran las herramientas odontológicas necesarias para la limpieza, estas son: cureta, eyector, explorador, jeringa triple, algodón, espejo odontológico, pinzas algodoneras, cepillo profiláctico y contrángulo. Para realizar estos modelados se utilizó el mismo principio del modelado de los dientes.

Para la construcción de la escena también era indispensable contar con modelados de decoración que ayudaran a mejorar la estética del escenario, para esto se crearon modelados sencillos como: una ventana, un tablero de corcho, un marco para colocar un diploma y varios Post-It para colocar en el tablero. Estos modelados se hicieron utilizando planos de diferentes materiales y colando uno encima del otro buscando la forma correspondiente para cada modelo.

Con el fin de complementar los modelados necesarios para la decoración de la escena, se volvió a recurrir a la página Free3D (<https://free3d.com/>), la cual ofrece modelos 3D gratuitos. De allí se descargaron modelos de escritorio, bandeja, mesa, computador, estante y puerta.

Con todos los modelados listos, se procedió a montar la escena en Unity tratando de dejarla lo más llamativa posible. Para esto se trató de ordenar los modelos alrededor de la escena con el fin de replicar un consultorio real. La unidad odontológica se colocó en el centro de la habitación y se tomó como referencia para posicionar el resto de los objetos. El estante se ubicó en la parte trasera, al lado derecho se colocó la mesa con los instrumentos odontológicos y el escritorio con el computador; al lado izquierdo se ubicó la puerta y el tablero con los Post-it y, por último, en la parte frontal se ubicó la ventana. A algunos objetos se les hizo unas modificaciones, agregándoles imágenes o cambiándoles el color, para hacerlos más llamativos.

Otro aspecto importante por mejorar en esta versión era la interfaz de usuario. En este punto se empezaron a utilizar los colores definitivos que tendrían la aplicación y las tipografías. Los colores empleados fueron: azul (R:65, G:13, B:156), verde (R:67, G:165, B:109) y gris (R:125, G:125, B:125), y las tipografías empleadas fueron Britannic bold y Century. También se crearon dos imágenes especiales para las interfaces, una de ellas serviría como logo para la aplicación y la otra como imagen de decoración para los menús de usuario.

Antes de iniciar con la programación se necesitaba hacer la implementación de la realidad virtual al proyecto, este proceso permite utilizar las librerías especiales de Oculus para utilizar el control, compilar el proyecto en las gafas y realizar pruebas en realidad virtual, entre otras opciones. No hacer este proceso antes de empezar a programar implica una alta probabilidad de tener que reprogramar toda la aplicación; esto fue uno de los hallazgos que dejó la

primera versión ya que antes de comenzar con la segunda versión, se intentó utilizar la programación ya existente en realidad virtual y no se logró que funcionara.

Lo primero que se debe realizar para implementar la realidad virtual en el proyecto es cambiar la plataforma de compilación del proyecto a Android, esto se hace desde el Build Settings. Una vez termina de cambiar la plataforma, se debe asignar el Company Name, el Product Name y se debe habilitar la opción Auto Graphics API, todo esto se encuentra en Player Settings.

Nuevamente en Player Settings se verifica que el nombre del paquete coincida con el Company Name y el Product Name que se había asignado, se selecciona la versión de Android en la que se desea compilar y se activa el SDK de Oculus. Con esto ya estaba configurada la aplicación para compilar en realidad virtual para plataformas Android, solo quedaba descargar el paquete de herramientas y librerías propias de Oculus.

Para obtener los paquetes de Oculus lo que se hizo fue ir al Asset Store y buscar Oculus, esta búsqueda arroja como resultado un paquete llamado Oculus Integration, y este es el paquete que se importó para poder interactuar con las gafas y el mando.

Una vez finalizada la importación, se crea en el proyecto una carpeta con el nombre Oculus, en la cual están todos los elementos necesarios para manipular las gafas de realidad virtual y el control.

Finalmente, con el escenario montado, con las interfaces de usuario creadas y con la implementación de la realidad

virtual en el proyecto, se inició la programación de la aplicación para empezar a tener interacción con ella. Lo primero que se programó fue la aparición del control de las Oculus en la escena y que este a su vez permitiera, por medio de un clic con el botón, agarrar una de las herramientas odontológicas.

Para esta funcionalidad se creó un objeto, de la clase RayCast, el cual crea un rayo en la escena y permite identificar, a través de sus propiedades, los objetos con los que está interactuando; para esto se creó una validación que lo verifique. Una vez el rayo identifica un objeto, se crea una variable en la cual se almacena su nombre y se realiza una validación que verifica si el usuario está presionando el botón del control; si esto se cumple, se realiza una última validación en la que se identifica si el nombre del objeto coincide con el nombre de una herramienta odontológica. Si cumple, se habilita la manipulación de la herramienta, si no cumple, se sale de las validaciones sin realizar ninguna acción.

Una vez funcionó este código con el contrángulo, solo fue necesario agregar en los casos del *switch* las demás herramientas odontológicas con las que se puede interactuar.

Ya con esta funcionalidad implementada fue posible empezar a programar la limpieza odontológica. Lo que se realizó fue asignar un *collider*, con la opción *Is Trigger* habilitada, a cada una de las herramientas. Se programó un método *OnTriggerStay* en el cual se realiza una validación que identifica el nombre de la herramienta que se está utilizando; si el nombre del objeto coincide con el nombre asignado, se realiza una validación que verifica si el usuario está presionando el botón del control. Si esto también se cumple, se elimina el sarro o la placa bacteriana de la boca

del paciente. Este código se asignó a cada uno de los objetos que representan sarro o placa bacteriana.

Conclusiones

La simulación puede ser utilizada como método de análisis; es una metodología que permite el estudio del funcionamiento de un sistema verdadero a través de observaciones en el comportamiento del sistema simulado. Permite encontrar soluciones a muchos desafíos del mundo real, y fallar una y otra vez, sin alterar el sistema. Posibilita ir mejorando en cada iteración gracias al conocimiento previamente adquirido de los fallos anteriores.

Por ello, la simulación y la realidad virtual van muy de la mano ya que la realidad virtual cuenta con la capacidad de emitir infinidad de reacciones para cada acción realizada por el usuario, ofreciendo así una experiencia inmersiva, interactiva y multisensorial; el objetivo es lograr que la brecha entre el mundo real y el artificial se disminuya.

La realidad virtual ofrece amplias posibilidades de interacción a los usuarios y permite crear un modelo más exacto de la realidad, esto facilita la capacitación ya que le permite al usuario estar inmerso en un ambiente exento de riesgos, lo cual incentiva la confianza y la seguridad en sí mismo para poder tomar decisiones.

Por esto, Simudólogo es una herramienta capaz de capacitar odontólogos en la realización de limpiezas odontológicas ya que ofrece al usuario una experiencia inmersiva, interactiva y multisensorial que se asemeja de una forma casi exacta al ambiente que día a día viven los odontólogos.

Con cada iteración realizada con la aplicación, se pudo apreciar que el usuario iba mejorando y disminuyendo la cantidad de errores cometidos al tratar al paciente; además, el tiempo de tratamiento también iba disminuyendo. Esto permitió pensar que el usuario empezó a mecanizar el proceso, lo cual es una clara señal de aprendizaje.

Bibliografía

- Bakr, M. M., Massey, W. L. y Alexander, H. (2011). *Academic evaluation of Simodont® haptic 3D virtual reality dental training simulator*. Gold Coast Health and Medical Research Conference. <https://experts.griffith.edu.au/publication/n840f54042a073124ac4e92eacf7e80d3>
- Coro, G., Suárez, A., Gómez, M. y Gómez, F. (s. f.). *Didáctica de la introducción y uso de simuladores hápticos con entornos 3D en la docencia odontológica*. https://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/4494/jiiu_2015_99.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Ferrán, L. (2015, 15 de enero). *Metodologías para el desarrollo de software seguro*. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/24902/103275.pdf>
- Informativo de salud. (2017, 12 de junio). *Malas prácticas dentales crean preocupación a especialistas*. <http://www.informativodesalud.com/1930-2/107>
- Joaquín, C. y Abundis, B. (2013, diciembre). *Metodologías para desarrollar software seguro*. <http://recibe.cucei.udg.mx/revista/es/vol2-no3/pdf/computacion05.pdf>
- Sanitas. (s. f.a) *¿De qué se ocupa la odontología?* <https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/saluddental/odontologia-funciones.html>
- Sanitas. (s. f.b). *Por qué debes hacerte una limpieza bucal cada seis meses*. <https://www.sanitas.es/sanitas/>

seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/
saluddental/limpieza-bucal.html

Suebnuarn, S., Phatthanasathiankul, N., Sombatweroje, S., Rhenmora, P. y Haddawy, P. (2009, 4 de mayo). *Process and outcome measures of expert/novice performance on a haptic virtual reality system*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19481326>

Efecto de fuentes energéticas sobre la producción de metano en bovinos

Laura Alexandra Romero Solórzano⁵

Alexandre Berndt⁶

Paulo Henrique Mazza Rodrigues⁷

5 Estudios en zootecnia de la Universidad de Cundinamarca. Maestría y Doctorado en Nutrición y Producción Animal, Universidad de Sao Paulo, Brasil. Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de Zootecnia, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-1405-7230>, laromero@ucundinamarca.edu.co

6 Estudios en ingeniería agronómica de la Universidad de Sao Paulo (ESALQ/USP). Maestría en Ciencia Animal y Forrajes, ESALQ/USP, Brasil. Doctorado en Agroecosistemas, Universidad de Sao Paulo, Brasil. Investigador de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA). <https://orcid.org/0000-0002-8976-2399>, alexandre.berndt@embrapa.br

7 Estudios en medicina veterinaria de la Universidad de Sao Paulo, Brasil. Maestría en Nutrición Animal, Universidad de Sao Paulo. Doctorado en Ciencia Animal y Forrajes, ESALQ/USP, Brasil. Docente asociado de la Universidad de Sao Paulo. <https://orcid.org/0000-0002-4646-6805>, pmazza@usp.br

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tres fuentes de energía sobre la producción de metano en el ganado mediante la técnica del gas trazador de hexafluoruro de azufre (SF₆). Se utilizaron seis vacas canuladas en el rumen (730 ± 70 kg), distribuidas en tres dietas, seguidas de un diseño experimental en cuadrado latino replicado 3 x 3 (n = 18 unidades experimentales): Control (CON); Soja (SOJ): dieta con alto contenido de extracto etéreo (inclusión de 15 % de soya) y pulpa cítrica (PUL): dieta con bajo contenido de extracto etéreo y alta participación de pectina (inclusión de 15 % de pulpa). Cada período experimental consistió de 21 días, con 15 días para la adaptación y los últimos 6 para la recolección de datos, para determinar el consumo de materia seca y la producción de metano (CH₄). Las concentraciones de CH₄ y SF₆ se determinaron mediante cromatografía de gases. No hubo diferencias significativas (P < 0,10) entre tratamientos para el consumo de MS expresado en kilogramos por día (kg/día) o porcentaje de peso vivo (% de peso corporal). La emisión de CH₄ por el ganado vacuno fue de 286,22 a 344,22 g/d; 103,71 a 125,64 kg/año; de 17,41 a 22,03 g/kg de MSI; 5,17 a 6,58 % de EB perdido en forma de metano y 3,77 a 4,53 Mcal/Ani/d. Los promedios de producción de metano en g/d; kg / año y Mcal / Ani / d, no fueron diferentes entre tratamientos al 5 % de probabilidad.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of three energy sources on methane production in cattle using the tracer technique sulfur hexafluoride (SF_6). It were used six cows (730 ± 70 kg) cannulated in the rumen, distributed into three experimental treatments, followed by experimental design replicated 3x3 Latin square (n = 18 plots): Control (CON), Soybean (SOJ): high ether extract content diet (including 15% soy) and Citrus Pulp (POL): diet low in lipids, and high participation of pectin (including 15% of pulp). Each experimental period consisted of 21 days and 15 days for adaptation and the last six days for data collection for determination of dry matter intake and methane (CH_4). The concentrations of SF_6 and CH_4 were determined by gas chromatography. There were no significant differences ($P < 0.10$) among treatments for DMI expressed as kilograms per day (kg/day) and percentage of body weight (% BW). The CH_4 emission by cattle was 286.22 to 344.22 g/d; 103.71 to 125.64 kg/year, from 17.41 to 22.03 g/kg MSI, 5.17 to 6.58% GE lost in the form of methane and 3.77 to 4.53 Mcal/Ani/d. The average methane production in g/d; kg/year and Mcal/Ani/d were not different between treatments at 5% probability.

Palabras claves: gases de efecto invernadero, soja en grano, pulpa cítrica, rumiantes

Keywords: Greenhouse gases, Soybean seeds. Citrus pulp, Ruminants

Introducción

La problemática global planteada en las últimas dos décadas, relacionada con la generación de gases de efecto invernadero (GEI) tiene como parte contribuyente la emisión de metano por parte de animales rumiantes. El metano, un potente GEI, es el producto final del proceso de fermentación bovina, y por constituir una pérdida en su potencial productivo ha sido objeto de estudio por nutricionistas de todo el mundo. En la búsqueda de estrategias para reducir las pérdidas por metano, se han utilizado diferentes dietas, aditivos y manejos nutricionales. Las fuentes de lípidos vegetales, como la soya, contienen un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados. Este tipo de lípido puede ayudar a disminuir el proceso de metanogénesis. Por otro lado, la inclusión de una fuente rica en pectina, como la pulpa cítrica, puede contribuir al aumento de la producción de metano. Así, el objetivo de este proyecto fue evaluar el efecto de las dietas que contienen diferentes fuentes de energía sobre la producción de metano determinada mediante la técnica del gas trazador SF₆.

Desarrollo

El experimento se llevó a cabo en el Departamento de Nutrición y Producción Animal en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de São Paulo, Brasil, campus Pirassununga. Se utilizaron seis vacas no gestantes y no lactantes con un peso vivo promedio de 730 ± 70 kg y portadores de cánula ruminal.

Los animales se mantuvieron en una instalación cubierta, provista de establos individuales con comederos y bebederos automáticos, estos últimos comunes a cada dos animales. Las vacas fueron distribuidas a una de las tres dietas experimentales, según la fuente de energía utilizada, siendo control (CON): dieta baja en extracto etéreo; soja (SOJ): dieta alta en extracto etéreo (inclusión de 15 % de soja) y pulpa (PUL): dieta baja en extracto etéreo y alta en participación de pectina (inclusión de 15 % de pulpa de cítricos). En todas las dietas, la fuente de forraje utilizada fue el ensilaje de maíz.

El diseño experimental utilizado fue un cuadrado latino 3 x 3 replicado, con 18 unidades experimentales, referentes a 3 animales, 3 períodos y 2 cuadrados. El alimento se suministró dos veces al día, a las 8:00 y a las 16:00 horas en forma de ración completa. Cada período contó con 21 días, en los cuales los primeros 15 días fueron para adaptación a las respectivas dietas y los últimos seis días fueron destinados a la recolección de datos.

El consumo de materia seca (CMS) se evaluó diariamente y para la medición de metano se utilizó la técnica del gas trazador interno SF₆, descrita por Johnson y Johnson (1995) y adaptada por Primavesi *et al.* (2004b). Por tanto, tras adaptar los animales al equipo de muestreo (canga), la producción de metano se midió durante seis días a intervalos de 24 horas. Las concentraciones de metano (CH₄) y hexafluoruro de azufre (SF₆) se determinaron por cromatografía de gases en los laboratorios de EMBRAPA Medio Ambiente en Jaguariúna / SP. La cuantificación del metano liberado por el animal en la muestra se calculó en función de las concentraciones de SF₆ (Westberg *et al.*, 1998).

A partir de los datos primarios, se calculó la emisión potencial de gramos de metano por día - CH₄ (g/d); kilogramo de metano por año - CH₄ (kg/año); gramos de metano por kilogramo de materia seca ingerida - CH₄ (g/kgMSI); porcentaje de energía bruta perdida en forma de metano - CH₄ (% EB); megacalorías de metano por animal por día - CH₄ (Mcal/Ani/d) y megacalorías de materia seca ingeridas por animal por día - (Mcal de MSI/Ani/d). Los datos se sometieron a análisis de varianza y los efectos del tratamiento se separaron mediante la prueba de Tukey (P < 0,05 o P < 0,10), utilizando el programa Statistical Analysis System (Versión 9.1, 2002-2003).

En cuanto a los valores referentes al consumo de MS, expresados en kilogramo por día (kg / día) o porcentaje de peso vivo (% PC), que se muestran en la Tabla 1, no hubo diferencias significativas (P < 0,10) entre tratamientos, probablemente debido a que los animales recibieron dietas isoenergéticas e isoproteicas, lo que significa que estaban en igualdad de condiciones.

No hubo diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos para los valores promedio de emisión de metano (Tabla 1) expresados en g/kgMSI; % EB perdido en forma de metano o Mcal de MSI/Ani/d.

Cuando se evaluó con una probabilidad del 10 %, se observó un efecto de fuente de energía significativo para los promedios de producción de metano en g/d; kg/año y Mcal/Ani/d, resultando en una mayor emisión de metano en el tratamiento con pulpa cítrica, en relación con el tratamiento con soya y no diferenciándose ninguna de estas variables del tratamiento control. La inclusión de una fuente rica en pectina genera un aumento en la producción de metano, ya que la fermentación de la pectina favorece la producción de acetato y no de lactato o propionato (Van Soest, 1994).

La fermentación de la pectina es peculiar, generando una gran cantidad de energía por unidad de tiempo, como ocurre con el almidón y los azúcares, pero con la fermentación acética, que caracteriza a la celulosa y la hemicelulosa (Santos y Martínez, 2006). Por tanto, la inclusión de pulpa de cítricos en la dieta, además de incrementar la producción de ácido acético, resulta en un incremento en la producción de metano debido a que el patrón fermentativo de esta fuente es similar al de los forrajes (Rocha Filho et al., 1999).

Tabla 1. Efecto de tres fuentes energéticas sobre el consumo de alimento y la producción de metano en bovinos determinada por la técnica del gas trazador de SF₆.

Variables	Tratamientos				
	Control	Granos de soya	Pulpa cítrica	EPM	Probabilidad
CMS(kg/animal/día)	16,17	14,91	15,78	0,35	0,2559
CPV (%PV)	2,12	1,94	2,08	0,06	0,1309
CH ₄ (g/d)	302,35 ^{ab}	284,15 ^b	344,22 ^a	17,70	0,0703
CH ₄ (kg/año)	110,36 ^{ab}	103,71 ^b	125,64 ^a	6,46	0,0703
CH ₄ (g/kg/MSI)	17,41	19,10	22,03	1,20	0,2418
CH ₄ (%EB)	5,17	5,52	6,58	0,36	0,1885
CH ₄ (Mcal/Ani/d)	3,98 ^{ab}	3,74 ^b	4,53 ^a	0,23	0,0704
Mcal de MSI/Ani/d	71,72	67,86	69,58	1,55	0,5106

CMS: consumo en materia seca; CPV: consumo en relación al peso vivo; MSI: materia seca ingerida; ab: letras diferentes en la misma línea difieren significativamente.

Conclusiones

La inclusión de una fuente rica en pectina como pulpa de cítricos o ácidos grasos insaturados como la soya da como resultado cambios en el ambiente del rumen, aunque estos cambios son pequeños

Bibliografia

- Johnson, K.A. y Johnson, D.E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73(8), 2483-2492.
- Primavesi, O., Frighetto, R. T. S., Pedreira, M. S., Lima, M. A., Berchielli, T. T. y Barbosa, P. F. (2004). Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(3), 277-283.
- Rocha Filho, R. R., Machado, P., Dantas, R. y Francisco Jr., J. (1999). Citrus and corn pulp related to rumen volatile acid production. *Scientia Agricola*, 56(2), 471-477. <https://doi.org/10.1590/S0103-9016199900020003>
- Santos, F. A. y Martinez, J. C. (2006). Fontes alternativas de energia para bovinos leiteiros - parte I. Leite Integral. *Revista Técnica de Bovinocultura de Leite*, Belo Horizonte, MG - Brasil, (5), 56-64.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ª ed. Cornell University Press.
- Westberg, H. H., Johnson, K. A., Cossalman, M. W. y Michal, J. J. (1998). *A SF6 tracer technique: methane measurement from ruminants*. 2. rev. Relatório. Washington State University.

Creencias y prácticas culturales que influyen en la lactancia materna exclusiva, en madres primerizas, año 2019

Luz Deni Guerrero Espinosa⁸

Yesica Tatiana Figueroa Moreno⁹

Deisy Fernanda Páez López¹⁰

Mary Luz Monroy Rubiano¹¹

8 Estudios en enfermería, Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias de la Salud. <https://orcid.org/0000-0001-6622-6916>, ldennisguerrero@ucundinamarca.edu.co

9 Estudios en enfermería, Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias de la Salud. <https://orcid.org/0000-0001-5793-3256>, ytfigueroa@ucundinamarca.edu.co

10 Estudios en enfermería, Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias de la Salud. <https://orcid.org/0000-0002-7724-8659>, dfermandapaez@ucundinamarca.edu.co

11 Enfermera de la Universidad Nacional de Colombia, magíster en Cuidado Materno Perinatal, especialista en Pedagogía de la Universidad El Bosque, especialista en Gerencia de la Salud de la Fundación Universitaria Ciencias de la Salud y docente e investigadora del programa de Enfermería de la Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-9717-1652>, mmonroyrubiano@ucundinamarca.edu.co

Resumen

La ponencia aborda temas relacionados con la lactancia materna exclusiva, las prácticas y creencias culturales que influyen en su ejercicio. Al ser el mejor alimento que una madre puede ofrecer a su hijo, resulta importante descubrir porqué no se logra adherencia de esta práctica de salud por los primeros seis meses de vida, cuando no solo su composición es especial para alimentar específicamente al bebé, sino también por el vínculo afectivo que se establece entre el binomio durante el acto de amamantar, ya que son fundamentales. El trabajo surge del Semillero Cuidando a la Mujer y se diseña con metodología cualitativa con la participación de cinco madres primerizas de Girardot. Se recolecta información a través de entrevistas semiestructuradas, y su análisis y triangulación permiten descubrir cuáles fueron las prácticas y creencias culturales que favorecieron o limitaron el ejercicio de la lactancia materna exclusiva y proponer una estrategia que desde la enfermería contribuya a promover y mantener la lactancia materna exclusiva por los primeros seis meses para favorecer la salud materno infantil y aportar en el Objetivo 3 de Desarrollo Sostenible “lograr una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades”.

Abstract

The presentation addresses issues related to exclusive breastfeeding, the cultural practices and beliefs that influence their exercise, being the best food that a mother can offer her child, it is important to discover why adherence to this health practice is not achieved by the first 6 months of life, when not only its special composition to specifically feed the baby, but also due to the affective bond that is established between the binomial during the act of breastfeeding, are fundamental. The work arises from the seed group Caring for women and is designed with qualitative methodology with the participation of 5 new mothers from Girardot, information is collected through semi-structured interviews, its analysis and triangulation allow discovering which were the cultural practices and beliefs that favored o They limited the exercise of exclusive breastfeeding and propose a strategy that from nursing contributes to promoting and maintaining exclusive breastfeeding for the first six months to promote maternal and child health and contribute to goal 3 of sustainable development "achieve a life healthy and promote the well-being of all at all ages."

Palabras claves: lactancia materna exclusiva, primípara, lactante, creencias, prácticas culturales

Keywords: Exclusive breastfeeding, Primiparous, Infant, Beliefs, Cultural practices

Introducción

La lactancia materna exclusiva es una forma de proporcionar un alimento ideal para el crecimiento y el desarrollo sanos de los lactantes; también es parte integrante del proceso reproductivo, con repercusiones importantes en la salud de las madres y sus hijos. La lactancia materna exclusiva durante seis meses, es la forma de alimentación óptima para los lactantes. Posteriormente deben empezar a recibir alimentos complementarios, pero sin abandonar la lactancia materna hasta los dos años o más. La leche materna fomenta el desarrollo sensorial y cognitivo, y protege al niño de las enfermedades infecciosas y las enfermedades crónicas; también reduce la mortalidad del lactante por enfermedades frecuentes en la infancia.

Conocer las prácticas y creencias de las mujeres para ejercer la lactancia materna exclusiva es importante porque permite descubrir las razones que la limitan o la promueven. Para esta investigación se contó con la participación de cinco madres primerizas residentes en Girardot, quienes a través de la aplicación de entrevistas semiestructuradas individuales permitieron identificar las prácticas y creencias culturales en relación con el ejercicio de la lactancia exclusiva. El análisis permitió identificar tres categorías que con la triangulación de información permiten concluir cuáles prácticas favorecieron o limitaron su lactancia; a partir de ello, se propone una estrategia que desde la enfermería contribuya a promover y mantener la lactancia materna exclusiva por los primeros seis meses para favorecer la salud materno infantil y aportar con el Objetivo 3 de Desarrollo Sostenible “lograr una vida sana y

promover el bienestar de todos a todas las edades”.

Desarrollo

Se realiza un estudio investigativo, mediante un enfoque cualitativo etnográfico, con la participación de un grupo de cinco madres primerizas con hijos de edad entre 0 a 12 meses; la recolección de la información se realizó mediante entrevistas semiestructuradas de forma individual, que incluyó preguntas hasta saturar la información y observación participante, en la cual se evidenciaron las siguientes categorías Beneficios de la lactancia materna: madre e hijo, Prácticas de cuidados para ofrecer la lactancia materna y Factores que limitan el ejercicio de la lactancia materna.

Conclusiones

La lactancia materna exclusiva (LME) en la mayoría de las participantes del estudio duró mucho menos de lo que se recomienda. Los hallazgos durante 11 días fueron en orquídea (E1,P1), 45 días en gladiolo (E1,P1), 3 meses en clavel (E1,P2) y solo dos participantes lograron los seis meses de LME girasol (E1,E2,P4) y margarita (E1,E2,P5), Las prácticas y creencias culturales influyeron en gran manera, pues afectaron positiva o negativamente el ejercicio de la lactancia materna exclusiva.

Se identificó que los profesionales de enfermería, y en general el personal de salud, no realizan la correspondiente promoción de la importancia de la lactancia materna, la técnica adecuada y la solución a las posibles dificultades que puedan presentarse al inicio. Se evidencian múltiples falencias en estos aspectos, ya que las madres refirieron desconocimiento y falta de apoyo asistencial.

Las creencias en torno a producción, frecuencia entre las tomas y situaciones que influyen en que se “seque” la leche, están presentes en la mayoría de las participantes. Es importante negociar esas creencias y orientar en función de favorecer una lactancia exitosa y gratificante.

Quedó en evidencia la importancia del apoyo de la pareja y la familia para el ejercicio exitoso de la lactancia materna exclusiva, aspecto que debe reforzarse desde el control prenatal.

Las creencias y prácticas culturales de las participantes están orientadas al reconocimiento de los beneficios de la lactancia materna para la madre y el hijo: el bienestar físico, ahorro de recurso económico y fortalecimiento del autoestima, entre las prácticas de cuidados para ofrecer la lactancia materna prestan mucha atención al agarre del pezón, la posición para lactar, el tiempo de cada toma y entre cada toma, la importancia de sacar los gases y los cuidados luego de terminar de lactar en los que ponen énfasis en la higiene de la cara y los cuidados con el pezón. Para terminar, resulta importante para ellas la higiene corporal, la alimentación que incluya bebidas que aumentan la producción y los factores que limitan el ejercicio de la

lactancia materna como el desconocimiento, el dolor, el aspecto emocional y la inestabilidad económica.

Bibliografía

Alcaldía de Girardot. (s. f.). Día Mundial de la Lactancia Materna se conmemorará en Girardot el próximo viernes. <http://www.girardot-cundinamarca.gov.co/NuestraAlcaldia/SaladePrensa/Paginas/Dia-mundial-de-la-lactancia-materna-se-conmemorara-en-girardot-el-proximo-viernes.aspx>

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [Unicef]. (s. f.a). Mensaje en la Semana Mundial de la Lactancia Materna. <https://www.unicef.es/prensa/mensaje-en-la-semana-mundial-de-la-lactancia-materna>

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [Unicef]. (s. f.b). Hacia la promoción y rescate de la lactancia materna. <https://www.unicef.org/venezuela/spanish/LACTANCIA.pdf>

Girardot, Cundinamarca. (s. f.). Tetarte, Girardot (Cundinamarca). <https://www.facebook.com/pages/category/Community/Tetarte-Girardot-Cundinamarca-Colombia-1863943013916920/>

González León, D. (2006). Buscando un modelo de cuidados de enfermería para un entorno multicultural. *Revista Gaceta de Antropología*, 22(32), 2.

Jáuregui, I. (2001). Cuestiones epistemológicas en enfermería. *Gaceta de Antropología*, 17(16). http://www.ugr.es/~pwlac/G17_16Inmaculada_Jauregui_Balenciaga.html

Jociles Rubio, M. I. (1999). Las técnicas de investigación en antropología. *Mirada antropológica y proceso etnográfico*. *Gaceta de Antropología*, 15(1). <https://www.>

ugr.es/~pwlac/G15_01Marialsabel_Jociles_Rubio.html

Medela. (s. f.). Anatomía de la mama durante la lactancia. <https://www.medela.es/lactancia-para-profesionales/investigacion/anatomia-de-la-mama>

Ministerio de Salud de Colombia [Minsalud]. (s. f.). Importancia de la lactancia materna. <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PI/Paginas/ImportanciaLactanciaMaterna.aspx>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (s. f.a). Organización Mundial de la Salud. http://www.who.int/nutrition/topics/exclusive_breastfeeding/es/

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (s. f.b). 10 datos sobre la lactancia materna. <https://www.who.int/features/factfiles/breastfeeding/facts/es/>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2021). Alimentación del lactante y del niño pequeño. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/infant-and-young-child-feeding>

Wikipedia. (s. f.). Lactancia materna. https://es.wikipedia.org/wiki/Lactancia_materna

Efectos y usos de las auxinas en el desarrollo de plantas

Jenny Paola Moreno López¹²

Laguandio del Cristo Banda Sánchez¹³

César Alfonso Ariza Castillo¹⁴

Arlette Ivonne Gil Clavijo¹⁵

Cristian Fernando Acosta¹⁶

12 Docente investigadora del Grupo PROSAFIS, Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá. M. C. en Ciencias Agrarias. <https://orcid.org/0000-0002-0094-8796>, jpmoreno@ucundinamarca.edu.co

13 Docente investigador y líder del Grupo PROSAFIS, Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá. M. C. en Ciencias Agrarias. <https://orcid.org/0000-0002-3010-9360>, lbanda@ucundinamarca.edu.co

14 Ingeniero agrónomo, M. C. en Ciencias Agrarias e investigador del Grupo PROSAFIS, Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá. <https://orcid.org/0000-0002-6983-7621>, carizac@hotmail.com

15 Docente investigadora del Grupo PROSAFIS, Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá. M. C. en Ciencias Agrarias. <https://orcid.org/0000-0001-6536-5877>, aigail@ucundinamarca.edu.co

16 Ingeniero agrónomo y semillerista del Grupo PROSAFIS, Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá. <https://orcid.org/0000-0002-4622-5913>, cris-sac210@gmail.com

Resumen

El crecimiento de las plantas se debe a diferentes factores como luz, agua, sustrato y nutrientes, entre otros, pero ¿qué impulsa este crecimiento? La diferenciación de células en distintas partes de la planta se coordina en respuesta a los efectos del ambiente, esto como estrategia de las plantas para sobrevivir a los ambientes. La interacción entre el desarrollo de cada especie con las condiciones en las cuales crecen es censada por una compleja red de receptores. Estos compuestos que regulan el desarrollo de la planta son responsables de la expresión génica de diversos eventos fisiológicos como germinación, enraizamiento, formación de callos, movimientos trópicos, respuesta a estreses bióticos y abióticos, formación de flores, frutos, semillas, senescencia, etc. A estos se les conoce comúnmente como hormonas vegetales o fitohormonas, las cuales son sintetizadas de manera natural o sintética y ejercen una acción biológica en determinada parte de la planta y dependiendo de la concentración en la que se encuentren pueden generar una respuesta de estimulación o inhibición. En el presente artículo se discutirá la importancia de las hormonas vegetales, enfatizando en las auxinas y su rol en las plantas y en el desarrollo de especies *in vitro*.

Palabras clave: fitohormonas, crecimiento, desarrollo, ácido 3-indol acético.

Abstract

The growth of plants is due to different factors such as light, water, substrate, nutrients, among others, but what drives this growth? Cell differentiation in different parts of the plant is coordinated in response to the effects of the environment, this as a strategy of plants to survive in different environments. The interaction between the development of each species with the conditions in which they grow is recorded by a complex network of different receptors. These compounds that regulate the development of the plant are responsible for the gene expression of various physiological events such as germination, rooting, formation of calluses, tropic movements, response to biotic and abiotic stresses, formation of flowers, fruits, seeds, senescence, etc. These are commonly known as plant hormones or phytohormones, which are synthesized in a natural or synthetic way and exert a biological action in a certain part of the plant and depending on the concentration in which they are found, can generate a stimulation or inhibition response. In this paper we will discuss the importance of plant growth regulators, emphasizing in auxins and its plant role and *in vitro* species development.

Keywords: Phytohormones, Growth, Development, Indole-3-Acetic Acid.

Introducción

Las plantas en general tienen un desarrollo a través de procesos de crecimiento, de tipo cuantitativo como aumento de tallos, hojas, raíces, etc., y también por procesos de diferenciación, que son de tipo cualitativo, como la transformación de células vegetativas a productivas. Para este último la planta requiere de nutrientes, agua y luz, entre otros, así como de sustancias sintetizadas por ella como vitaminas, azúcares, proteínas y hormonas, principalmente (1).

Las fitohormonas son sustancias orgánicas que se sintetizan en algún lugar de la planta, se encuentran en bajas concentraciones y ejercen un efecto determinado. Estas se producen en los tejidos vegetales y pueden actuar localmente (en el tejido donde son producidas) o ser trasladadas a puntos distantes. Las más estudiadas son las auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno, inhibidores y poliaminas (1). A diferencia de las hormonas animales, estas se producen en las células de la planta sin formar glándulas, se sintetizan en determinada parte de la planta y se trasladan a otro sitio donde ejercen su función fisiológica, en concentraciones entre 10^{-9} M a 10^{-6} M (2). Una fitohormona puede participar en diferentes procesos fisiológicos de la planta y puede estimular o inhibir una misma respuesta dependiendo de su concentración. Cada respuesta puede ocurrir en una determinada fase de crecimiento del vegetal en un órgano o tejido específico (2).

Existen diferentes sustancias análogas en estructura química a las hormonas vegetales, y estas pueden presentar efectos biológicos similares a algunas fitohormonas, las cuales se denominan reguladores de crecimiento y pueden ser compuestos naturales o sintéticos, que modifiquen o inhiban en cierta forma el desarrollo de la planta, siempre y cuando lo hagan de manera similar a las hormonas vegetales (3).

De acuerdo con su estructura y función fisiológica, las fitohormonas pueden clasificarse como auxinas, citoquininas (citocininas), ácido abscísico, giberelinas, etileno, jasmonatos, ácido salicílico, brasinosteroides y poliaminas (2).

Desarrollo

Las auxinas, cuyo nombre proviene del griego *auxein* que significa crecer, son compuestos que estimulan la elongación. Esta sustancia está relacionada químicamente con el ácido indolacético (IAA) que es la forma predominante, aunque se ha observado otras auxinas indólicas naturales en las plantas (3). Si bien se encuentra presente en la mayoría de las plantas, también es sintetizada por microorganismos (hongos y bacterias) (4)

La auxina natural ácido 3-indolacético (IAA, por sus siglas

en inglés) es sintetizado a través de las vías dependientes e independientes del triptófano (Trp). Se reconocen 5 cinco compuestos principales naturales como precursores del IAA incluyendo el ácido indol-3-piruvico (IPyA), indol-3-acetaldoxima (IAOx), indol-3-acetonitrilo (IAN), indol-3-acetamida (IAM) e indol-3-acetaldehído (IAAId). La vía del IPyA se considera como la principal vía biosintética de auxina (5). La forma predominante en las plantas es el IAA, pero además se encuentran otras formas naturales de auxinas como el ácido 4-cloro-indolacético (4-Cl-IAA), ácido fenilacético (PAA), ácido indol butírico (IBA) y el ácido indol propiónico (IPA) (6).

El IAA está involucrado en diferentes procesos fisiológicos de la planta, como la división celular, la elongación, el desarrollo de frutos y la senescencia. Induce la formación de raíces adventicias (en liliópsidas) y la formación de raíces laterales (en magnoliópsidas), promueve la formación de raíces y flores, coordina el desarrollo vascular y fomenta el grosor de la pared celular, entre otros (7, 8, 9, 10).

Además de las auxinas naturales también existen sintéticas que causan un efecto fisiológico similar al de las hormonas naturales, como el ácido 3-indol butírico (IBA), el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) y el ácido 1-naftalenacético (ANA), implicados en procesos de división y elongación celular, aumento de la permeabilidad y disminución de la presión de la pared celular, entre otros (11). A bajas concentraciones estimulan los procesos de desarrollo y crecimiento de plantas, pero a altas concentraciones pueden dañar la planta causando su muerte, teniendo un efecto herbicida, como en el caso de 2,4 D y ANA (12, 13, 14, 15).

Una referencia clásica del uso de fitohormonas para la

obtención de plántulas *in vitro* es la de Murashige y Skoog (16), quienes registran la reproducción de plántulas de piña (*Ananas comosus* L. Merr) a partir de brotes establecidas en medio de cultivo MyS *in vitro* suplementados con ácido naftalanacético (ANA) (9,7 μ M) y ácido indolburtírico (AIB) a (9,7 μ M), cuyas plántulas alcanzaron un buen desarrollo radicular y fueron establecidas en invernadero.

Un estudio en uchuva (*Physalis peruviana* L.) desarrollado por Perea *et al.* (17), al utilizar ácido Naftalenacético (5,71 μ M) en cultivo *in vitro* de segmentos de hojas, encontraron que dicha fitohormona favoreció la inducción de raíces en medio básico Murashigue y Skoog (MyS) al ser suplementado con ese tipo de auxinas. Ariza *et al.* (18) usaron el medio MyS, suplementado con almidón (10 g.L-1) y ANA (0.5 mg.L-1) obteniendo adecuados resultados en la germinación de semillas de orquídeas del género *Prostechea*.

Muchos microorganismos se consideran benéficos ya que tienen una interacción positiva con las plantas, proporcionándoles sustancias que les ayudan a su crecimiento y a defenderse de patógenos y plagas. Estos microorganismos se conocen como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR, por sus siglas en inglés). Uno de sus mecanismos de acción es la producción de hormonas vegetales. Algunas especies bacterianas de los géneros *Bacillus*, *Burkholderia*, *Pseudomonas* y *Azotobacter* producen IAA en la rizósfera, estimulando el crecimiento vegetal (19, 15).

Las auxinas participan en los mecanismos de defensa de las plantas ya que cuando estas son atacadas por patógenos se defienden modulando la señalización de auxinas y activando las vías de señalización del ácido

salicílico (SA) y del ácido jasmónico (JA) (20), pero el desbalance en la producción de esta fitohormona hace que haya alteraciones en el hospedero que comprometen la integridad de los tejidos vegetales (21).

Algunos patógenos de plantas dentro de sus estrategias de ataque producen IAA o factores de virulencia que modulan la señalización de las auxinas del hospedero afectado (22). Las bacterias *Agrobacterium* spp., *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* y *P. syringae*, entre otras, son capaces de producir IAA (23, 24, 25).

Conclusiones

1. Es importante conocer las funciones de las hormonas vegetales en las plantas y los procesos biológicos en los cuales están implicadas para así poder usarlas con el fin de mejorar la producción agrícola.
2. Las auxinas están implicadas en los procesos de elongación celular y su precursor es el aminoácido triptófano.
3. Las auxinas son ampliamente utilizadas en los procesos de enraizamiento, germinación y desarrollo *in vitro* en algunas especies vegetales.

Bibliografía

1. Ortega C. Evaluación de fitohormonas y abonos foliares, para mejorar el amarre de frutos en tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt) cultivar Puntón amarillo, Tababela - Pichincha. [Tesis de grado]. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central de Ecuador, Quito. 2000.
2. Cruz M, Melgarejo L, Romero M. Fitohormonas. En M Cruz, L Melgarejo y M Romero, Experimentos en fisiología y bioquímica vegetal (pp. 39-40). Universidad Nacional de Colombia. 2010.
3. Lluna R. Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta. Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola, Horticultura. 2006;196:22-26.
4. Lehmann T, Hoffmann M, Hentrich M y Pollmann S. Indole-3-acetamide-dependent auxin biosynthesis: a widely distributed way of indole-3-acetic acid production? European Journal of Cell Biology. 2010;89(12):895-905. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejcb.2010.06.021>
5. Enders T, Strader L. Auxin activity: past, present and future. Department of Health, and Human Services. Public access. Author manuscript. Department of Biology, Washington University. St. Louis, USA. 2015. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.1400285>
6. Jordán M., Casaretto J. Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. En FA Squeo y L Cardemil (eds.), Fisiología vegetal. Ediciones Universidad de La Serena. Cap. 15. La Serena, Chile, 2006.
7. Uggla C, Moritz T, Sandberg G, Sundberg B. Auxin as a positional signal in pattern formation in plants. Proc Natl

Acad Sci, USA. 1996;(93):9282-9286.

8. McSteen P. Auxin and monocot development. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 2010;(2):1-27.

9. Phillips KA, Skirpan AL, Liu X, Christensen A, Slewinski TL *et al.* Vanishing tassel2 encodes a grass-specific tryptophan aminotransferase required for vegetative and reproductive development in maize. *The Plant Cell.* 2011;23(2):550-566. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.110.075267>

10. Duca D, Lorv J, Patten CL, Rose D, Glick BR. Indole-3-acetic acid in plant-microbe interactions. *Antonie Van Leeuwenhoek.* 2014;106(1):85-125. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10482-013-0095-y>

11. Cortés JSA, Godoy JA, Cortés JDA, Mora, RMS. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA.* 2019;17(32):109-129. DOI: <https://doi.org/10.25058/24629448.3639>

12. Grossmann K. Mediation of herbicide effects by hormone interactions. *Journal of Plant Growth Regulation.* 2003;22(1):109-122. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-003-0020-0>

13. Grossmann K. Auxin herbicide action: lifting the veil step by step. *Plant Signaling & Behavior.* 2007;2(5):421-423. DOI: <https://doi.org/10.4161/psb.2.5.4417>

14. Simon S, Petrášek J. Why plants need more than one type of auxin. *Plant Science.* 2010;180(3):454-460.

15. Vega-Celedón P, Canchignia Martínez H, González M, Seeger M. Biosíntesis de ácido indol-3-acético y promoción del crecimiento de plantas por bacterias. *Cultivos Tropicales.* 2016;37(Suppl. 1):33-39.

16. Murashige T, Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia*

Plantarum. 1962;15:473-497.

17. Perea DM, Nohora CR, Fischer G, Velásquez LM, Mican G. Y. Uchuva - *Physalis peruviana* L. En Perea D, Matallana RL, Tirado P (eds.), *Biología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. 2010. 484 pp.

18. Ariza C, Deaza E, Gil A, Orjuela C. Efecto del almidón y dos fitorreguladores sobre la germinación de *Prosthechea* sp. *Revista Mutis*. 2018;8(2):37-46. DOI: <https://doi.org/10.21789/22561498.1403>

19. Lugtenberg B, Kamilova F. Plant-growth-promoting rhizobacteria. *Annual Review of Microbiology*. 2009;63:541-556. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.62.081307.162918>

20. Yuan HM, Liu WC, Lu YT. CATALASE2 coordinates SA-mediated repression of both auxin accumulation and JA biosynthesis in plant defenses. *Cell Host y Microbe*. 2017;21(2):143-155. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chom.2017.01.007>

21. Ludwig-Müller J. Bacteria and fungi controlling plant growth by manipulating auxin: balance between development and defense. *Journal of Plant Physiology*. 2015;172:4-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.01.002>

22. Kunkel BN, Harper CP. The roles of auxin during interactions between bacterial plant pathogens and their hosts. *Journal of Experimental Botany*. 2018;69(2):245-254. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erx447>

23. Jameson PE. Cytokinins and auxins in plant-pathogen interactions—an overview. *Plant Growth Reg*. 2000;32(2/3):12. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1010733617543>

24. Spaepen S, Vanderleyden, J. Auxin and plant-microbe interactions. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*. 2011;3(4):a001438.
25. McClerklin S, Lee SG, Harper CP, Nwumeh R, Jez JM, Kunkel BN. *Pseudomonas syringae* DC3000-derived auxin contributes to virulence on *Arabidopsis*. *PLoS Path*. 2017;14(1):e1006811. DOI: <https://doi.org/10.1101/173302>

Articulaciones entre interpretación e investigación musical en la transmodernidad. Un marco conceptual dirigido a los estudiantes del programa de música de la Universidad de Cundinamarca

León Salcedo

Salcedo ha actuado como solista y miembro de grupos de música clásica y *jazz* en Colombia, Europa y Estados Unidos, en eventos y recintos como el XV Festival de Guitarra de Girona - Costa Brava en España, el Museo Nacional de Colombia, el Teatro Mayor Julio Mario Santo Domingo, Chattam University, Mellon Institute Auditorium y el Carnegie Hall de Pittsburgh, y Deca Auditorium en la Universidad de Aveiro en Portugal. También ha recibido premios y distinciones de la Universidad Carnegie Mellon, el Ministerio de Cultura de Colombia, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá y el Instituto de Cultura de Pereira.

Es licenciado en Música por la Universidad Tecnológica de Pereira y magister en Interpretación de Guitarra de la Universidad Carnegie Mellon, donde recibió una beca para estudiar guitarra con el profesor James Ferla. Es candidato a Ph. D. en Música en el Doctorado en Música de la Universidad de Aveiro donde ha estudiado guitarra con el profesor Pedro Rodrigues y adelanta su investigación doctoral con la tutoría del profesor Gilvano Dalagna.

Actualmente es profesor asociado de guitarra y coordina el área de Investigación Musical en el programa de Música de la Universidad de Cundinamarca. Para obtener más información, visite <https://leonsalcedo05.wixsite.com/leon-salcedo> y <https://orcid.org/0000-0001-5872-0332>

Resumen

El siguiente es un artículo de reflexión que busca ofrecer a los estudiantes del programa de Música de la Universidad de Cundinamarca un marco conceptual para estudiar la articulación entre investigación e interpretación musical. Para ello, se explorará esta relación a partir de una propuesta de síntesis teórica de las prácticas comunes que coexisten actualmente en este ámbito.

Abstract

The following is a reflection article that seeks to offer to the students of the music program of the University of Cundinamarca a conceptual framework to study the articulation between research and musical performance. To do this, this relationship will be explored from a proposal of a theoretical synthesis of the common practices that currently coexist in this area.

Palabras clave: interpretación musical, investigación musical, relación entre interpretación musical e investigación, creación artística.

Keywords: Musical performance, Musical research, Relationship between musical performance and research, Artistic creation

Introducción

Desde el inicio de la modernidad, en el contexto de la academia y concretamente en el ámbito de la ciencia, la investigación ha sido tradicionalmente abordada desde el protocolo del método científico. “Donde no hay método científico no hay ciencia” (Bunge, 1981, p. 29). Este enfoque paradigmático de la investigación científica ha propiciado una realidad en la cual la producción académica que se realiza en las instituciones encargadas de la generación y la transferencia del conocimiento busca, de alguna manera, encajar en los principios y protocolos del método científico. Sin embargo, abordar la investigación en el ámbito de las humanidades y ciencias sociales desde el método científico ha resultado a menudo problemático. Esto, ya que a diferencia de los fenómenos que son objeto de estudio en las ciencias naturales, en el caso de las ciencias sociales y las humanidades, estudiar las relaciones y producciones humanas implica una función cognitiva y otra participativa.

Esta situación ha originado nuevos paradigmas de investigación en las ciencias sociales tales como el enfoque sociohistoricista, la investigación cualitativa de enfoque fenomenológico y la investigación-acción, entre otras. Este último propuesto por el psicólogo Kurt Lewin y desarrollado con el concepto de investigación-acción participativa por Orlando Fals Borda como importante referente metodológico latinoamericano de varios proyectos artísticos en la región.

En el gran ámbito de las humanidades, en las artes la necesidad de encontrar un marco epistemológico para la investigación que sea consonante con las características propias de cada disciplina se ha acentuado debido al doble principio estético y simbólico que implica la naturaleza de las obras y prácticas artísticas (la creación artística).

En el campo concreto de la interpretación musical, se pueden encontrar diferentes acercamientos contemporáneos a su práctica y a la producción artística derivada de esta. Teniendo en cuenta la relación entre diferentes aproximaciones a la interpretación musical y sus principios esenciales, instrumentistas y teóricos de la música han asumido la investigación, en relación con la interpretación musical, como una herramienta que les permite articular armónicamente marcos conceptuales de interpretación y el ejercicio de estudio reflexivo y sistemático que lleva a la producción artística.

Tres paradigmas de articulación entre interpretación e investigación musical

Consciente de la diversidad de acercamientos a la interpretación musical que existen actualmente, así como de los muchos puntos fronterizos y de contacto entre estos, pero también advirtiendo la utilidad metodológica de establecer una síntesis conceptual para abordar un campo de estudio como el propuesto en este ciclo de conferencias, se proponen tres categorías para estudiar la relación entre investigación e interpretación musical desde varias perspectivas que actualmente conviven en la academia. Consecuentemente, las tres categorías presentadas aquí se plantean como agrupaciones de enfoques y

prácticas comunes de la articulación entre investigación e interpretación musical. Estas categorías son: el acercamiento formalista, el acercamiento hermenéutico y el acercamiento performativo, que se vinculan respectivamente con los principios de representación, búsqueda de significado y experimentación. Una breve descripción conceptual de estas categorías se relaciona a continuación:

El acercamiento formalista, como aproximación heredada del siglo XIX, fue personificado en su tiempo por teóricos como Eduard Hanslick y contemporáneamente por otros como Roger Scruton. Este plantea una aproximación a la interpretación desde un marco configurado por fundamentos de autoridad que se pueden sintetizar en los siguientes principios: la autoridad de la partitura; la autoridad de la tradición; la autoridad de un maestro; la autoridad de la forma musical; la autoridad del estilo y el absolutismo de la belleza. En el marco conceptual de formalismo, la investigación se asume como un proceso metodológico dirigido a la búsqueda y el entendimiento de estos principios en la práctica musical. Algunos ejercicios propios de este acercamiento son: las interpretaciones construidas sobre la base del análisis musical orientado a la comprensión formal y estructural, y los ejercicios de análisis de interpretación comparativos de ediciones o versiones asumidas como icónicas y de alta fiabilidad en la tradición.

Por otra parte, el acercamiento hermenéutico se basa en el recurso explicativo que sostiene que la indagación y comprensión dialógica del contexto social e histórico de las producciones compositivas amplía las posibilidades, la fiabilidad y la coherencia de las narrativas que de una

obra musical se configuran desde su interpretación. Si bien desde el ámbito de la musicología, el acercamiento hermenéutico al estudio de la música se ha orientado a la observación de las diferentes formas de audición, significación y resignificación de las obras musicales por parte de sus públicos, en el campo de la interpretación musical la aproximación hermenéutica se puede definir como la búsqueda de la “correcta” articulación entre el estudio y comprensión del contexto de las producciones compositivas de la manera más amplia posible, y su planteamiento discursivo desde la ejecución instrumental. Algunos ejemplos de este acercamiento son las propuestas interpretativas planteadas desde la base de la reconstrucción historiográfica y las inmersiones culturales por parte de los intérpretes.

Finalmente, se describe el acercamiento performativo como una aproximación que parte desde la revaloración de los roles y las participaciones de los diferentes agentes de la música en la configuración de la obra musical. En el acercamiento performativo se exploran profundamente las relaciones entre los intérpretes y el público; el uso y las posibilidades de las tecnologías; la interdisciplinariedad; la reconfiguración y recontextualización de las obras artísticas; y la idea de la música como una realización escénica. Algunos ejemplos de este acercamiento son las intervenciones al texto escrito —partitura— en función de la renovación de la *performance*; la articulación con otras disciplinas artísticas como las artes digitales; el abordaje de los repertorios en función de planteamientos éticos o políticos; y las recontextualizaciones escénicas de obras del repertorio canónico. En este contexto, la investigación sirve como marco reflexivo, sistemático, metodológico, escéptico y ético en función de la exploración de nuevas visiones de los repertorios desde el ejercicio de la

interpretación musical. Algunos referentes teóricos importantes a la luz de este acercamiento son Catarina Leite Domenici, Stan Godlovitch, Daniel Leech-Wilkinson, Paulo de Asis, Jorge Salgado Correia y Gilvano Dalagna.

La transmodernidad en la Universidad de Cundinamarca

En el ámbito de la interpretación musical en Colombia es común encontrar dificultades por parte de los intérpretes para encontrar marcos de investigación que aporten a su práctica artística. Esto debido a que en el medio colombiano la investigación musical se ha asumido en mayor medida desde los alcances e intereses de la musicología. Así mismo, en el ámbito nacional son prácticamente inexistentes las cátedras y los espacios académicos que propician la discusión grupal de prácticas y conceptos sobre la investigación relacionada concretamente a la interpretación musical.

Por otra parte, el Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT) de la Universidad de Cundinamarca está construido sobre los pilares de translocalidad y transmodernidad, así como de la articulación de estos, con las funciones universitarias, misionales y sustantivas de formación y aprendizaje; ciencia, tecnología e innovación; e interacción social universitaria.

De acuerdo con la filósofa Rosa María Rodríguez Magda, pionera del concepto y la teoría de la transmodernidad, esta noción describe una nueva realidad en la cual conviven una multiplicidad de relatos contextualizados, fragmentados y englobados en un solo paradigma, un

nuevo metarrelato. Desde su propuesta teórica, la autora propone la transmodernidad no como una meta, sino como una descripción del estado actual de la realidad.

La Universidad de Cundinamarca en su modelo pedagógico asume la transmodernidad como derrotero, incorporando este asunto como un pilar de su modelo educativo. Pilar integrado por unos componentes axiológicos que idealmente deben orientar el curso de sus funciones misionales: “el pilar de transmodernidad está compuesto por elementos como la educación para la vida, lo ambiental, la universidad digital y la inclusión” (Universidad de Cundinamarca, 2016, p. 51). A partir de esta observación, se puede inferir que para la UCundinamarca el estudio de la diversidad y la multiplicidad de relatos contextualizados de la realidad conduce a la calidad en el desarrollo de sus funciones misionales, en su modelo educativo MEDIT.

Conclusiones

Un abordaje desde estas tres categorías propuestas, si bien como acercamientos teórico-prácticos pueden suponer acciones de continuidad o ruptura entre ellos mismos, tienen la característica de coexistir en la actualidad de la práctica de la interpretación musical en el ámbito académico. En este sentido, y a la luz de la teoría de la transmodernidad, cumplen con la característica de configurar una realidad –metarrelato de la transmodernidad– en la que coexisten como una multiplicidad de relatos, en este caso, de la interpretación musical. Por tanto, este abordaje sustenta

su pertinencia en el contexto del modelo educativo de la Universidad de Cundinamarca, como una propuesta que coincide con los postulados descritos en la teoría de la transmodernidad. De esta forma, busca ofrecer a los estudiantes del programa de Música de la institución, una propuesta que brinde un panorama conceptual amplio en el campo de la interpretación musical y les permita articular la investigación en función de su práctica artística. Esto teniendo en cuenta que en la actualidad todos los estudiantes del programa reciben una formación enfocada a la interpretación.

Bibliografía

- Assis de, P. (2015). *Logic of experimentation: rethinking music performance through artistic research*. Leuven University Press.
- Borio, B. (2016). *Musical listening in the age of technological reproduction*. Routledge.
- Bunge, M. (1981). *La investigación científica*. Ariel.
- Conquergood, D. (1985). *Performing as moral act: ethical dimensions of the ethnography in performance*. EBSCO Publishing.
- Conquergood, D. (1998). *Beyond the text: toward a performative cultural politics. The future of performance studies, visions and revisions*. National Communication Association.
- Domenici, C. (2002). His master's voice: a voz do poder e o poder da voz. *Revista do Conservatório de Música da UFP Pelotas*, (5), 65-97.
- Godlovitch, S. (2002). *Musical performance a philosophical study*. Routledge.
- Hanslick, E. (1891). *The beautiful in music; a contribution to the revisal of musical aesthetics*. (Trad. Gustav Cohen). Novello and Company Limited.
- Leech-Wilkinson, D. (2012). Compositions, scores, performances, meanings. *Society for Music Theory*, 18(1).
- Leech-Wilkinson, D. (2016). Classical music as enforced utopia. *Arts and Humanities in Higher Education*, 15(3-4), 325-336.

- Rodríguez, M. (2004). *Transmodernidad*. Anthropos Editorial.
- Ruvira Sánchez, J. (2011). Acerca de la improvisación musical. *Synergies Espagne*, (4), 155-163.
- Salgado Correia, J. y Dalagna, G. (2020). *A model for artistic research. Cahiers of Artistic Research 3*. UA Editora Universidade de Aveiro.
- Schechner, R. (2012). *Appel Willa, by means of performance. Intercultural studies of theater and ritual*. Cambridge University Press.
- Schechner, R. (2013). *Performances studies an introduction*. Third edition. Routledge Talyor y Francis Group.
- Universidad de Cundinamarca. (2016). *Plan Estratégico Universidad de Cundinamarca 2016-2026*. <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/plan-estrategico-2016-2026>

Modelado dinámico del ciclo de vida de un servicio educativo itinerante - Talleres de alfabetización computacional

Martha Lidia Barreto Moreno¹⁷

17 Investigadora Júnior (IJ). Líder del Grupo de Investigación GIIMMYC y del Semillero de Modelación Matemática y Computacional UCundinamarca. Magíster en Educación con Énfasis en Docencia Universitaria. Especialista en Docencia Universitaria y en Enseñanza de la Matemática. Licenciada en Matemáticas y Física. Docente de la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-5895-9025>, marthaba@ucundinamarca.edu.co

Resumen

En este artículo se expone el proceso de modelación computacional de un servicio educativo itinerante, a partir de la experiencia de ejecución de talleres itinerantes de alfabetización computacional durante 2019, en la provincia del Sumapaz.

La técnica de modelación utilizada corresponde al modelado dinámico de sistemas, que transita por un momento cualitativo para la identificación de las relaciones causales entre las variables que intervienen en el proceso, y un segundo momento de tipo cuantitativo que contribuye a la comprensión de la variación en términos de flujos y acumulaciones, y su representación a través de diagramas de Forrester.

Aquí se presenta la síntesis del proceso de modelado ilustrando la ejecución de las cuatro fases correspondientes al momento cuantitativo, por medio de representaciones con diagramas de *stock* y flujo, diagramas de estado y gráficas disponibles en el prototipo de simulador que se ha construido.

Abstract

In this article, the computational modeling process of an itinerant educational service is exposed, based on the experience of executing itinerant Computational Literacy workshops during 2019, in the province of Sumapaz. The modeling technique used corresponds to the dynamic modeling of systems, which goes through a qualitative moment to identify the causal relationships between the variables that intervene in the process, and a second moment, of a quantitative type that contributes to the understanding of the variation in terms of flows and accumulations, and their representation through Forrester diagrams. Here the synthesis of the modeling process is presented, illustrating the execution of the four phases corresponding to the quantitative moment, through representations with stock and flow diagrams, state diagrams, and graphs available in the simulator prototype that has been built.

Palabras claves: modelo, simulación, dinámica, sistemas, talleres

Keywords: Model, Simulation, Dynamic, Systems, Workshops

Introducción

La modelación es una de las formas de abordar la resolución de problemas o situaciones que surgen en el mundo real (Andrei Borshchev, 2017). En muchos casos no es posible encontrar las soluciones adecuadas experimentando con objetos y ambiente reales, como ha sucedido durante 2020 con la implementación de los Talleres Itinerantes de Alfabetización Computacional para la provincia del Sumapaz, en ejecución desde 2019 con el liderazgo del Grupo GIIMMYC, que fue interrumpido debido a la contingencia generada por la pandemia del COVID-19.

Sin embargo, la modelación ha permitido comprender y estructurar la experiencia durante la ejecución de seis (6) talleres en tres (3) municipios de la provincia del Sumapaz en 2019, y a través del modelado dinámico de sistemas garantizar la continuidad del proceso investigativo enriqueciéndose con la articulación entre la simulación y las vivencias pasadas y futuras de la investigación *in situ*.

Desde el inicio de la construcción del modelo y durante todo el proceso de modelación, se explora y comprende la estructura y el comportamiento del sistema original, que en este caso corresponde a todas las acciones desarrolladas antes, durante y después de la ejecución de cada taller.

Si bien todo el mundo construye modelos mentales continuamente como consecuencia de su comprensión de cómo funcionan las cosas en el mundo real, y sus

decisiones se basan en modelos mentales; aquí el modelo mental del sistema que constituye el servicio de Talleres Itinerantes se diseña con el uso de tecnología que permite analizar su dinámica y experimentar, a través del *modelado de simulación dinámico de sistemas*.

Como el modelo de simulación es siempre un modelo ejecutable (Andrei Borshchev, 2017), en este artículo se presenta el proceso de construcción en analogía con la estructura dinámica del ciclo de vida de un producto para pronosticar las ventas futuras de nuevos productos (Anylogic, 2017). La ejecución de cada fase generará una trayectoria de los cambios de estado del sistema a lo largo del tiempo y permitirá experimentar con él, así como en el futuro verificar, comprender, comunicar y replanificar la implementación de nuevas secuencias de Talleres Itinerantes de Alfabetización Computacional dirigidos a apoyar la educación básica rural.

Desarrollo

Los Talleres Itinerantes de Alfabetización Computacional surgieron como un servicio educativo producto del desarrollo del proyecto de investigación denominado “Red Regional de Modelación Computacional para la Educación”, luego de disponer de una organización que permitiera articular los procesos de Formación y Aprendizaje, Ciencia, Tecnología e Innovación, e Interacción Social Universitaria, en el programa de Licenciatura en Matemáticas de la Universidad de Cundinamarca, para garantizar la

existencia de recursos didácticos, humanos, tecnológicos y económicos que dieron resultados en beneficio de las comunidades visitadas en la provincia del Sumapaz, de los estudiantes del Semillero de Modelación Matemática y Computacional UCundinamarca y de los docentes investigadores del Grupo de Modelación Matemática y Computacional - GIIMMYC.

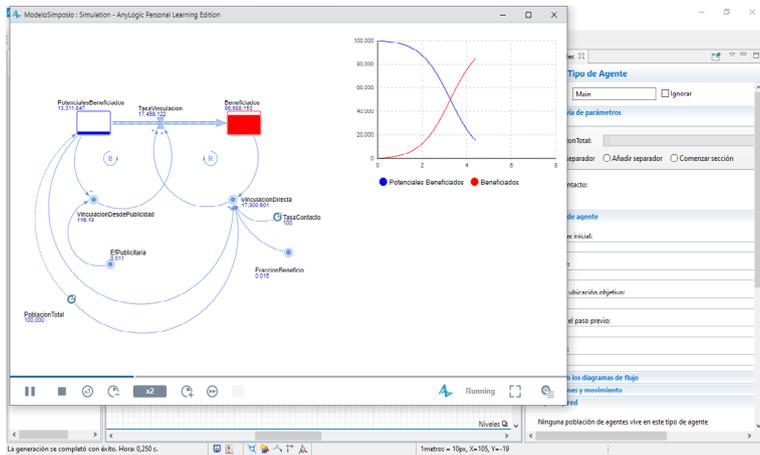
A continuación se describe el proceso de modelado computacional del “ciclo de vida” de este servicio educativo de carácter itinerante, con el propósito de comprender su dinámica y avanzar hacia la optimización de este tipo de estrategias dirigidas a la educación rural.

Fase 1. Modelado inicial

De la experiencia en el ambiente real se obtiene la siguiente información: los Potenciales Beneficiados son estudiantes de básica primaria rural de la provincia del Sumapaz en el departamento de Cundinamarca. Durante 2019, los Beneficiados pertenecen a cinco (5) escuelas rurales localizadas en tres (3) municipios de la provincia.

En la etapa inicial, se estableció una relación directa con los docentes y directivos de las instituciones educativas participantes. Sin embargo, para garantizar un ciclo de vida de mayor duración en la etapa pospandemia, se requiere de nuevas estrategias de comunicación para garantizar el reconocimiento del servicio y ampliar su cobertura. Esto implica la inclusión de publicidad, por ejemplo.

Figura 1. Modelo inicial.



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 1, se ilustra la ejecución del modelo en su expresión más simple. Los Potenciales Beneficiarios y los Beneficiarios son las acumulaciones (*stocks*) del sistema, las cuales cambian su valor continuamente a lo largo del tiempo.

El flujo es la tasa de cambio, y su función es transformar el valor de las acumulaciones. En este caso, corresponde a la Tasa de Vinculación que fluye desde los Potenciales Beneficiarios hacia los Beneficiarios.

El modelo contiene las siguientes variables dinámicas:

- Vinculación directa.
- Vinculación desde publicidad.

Además, se establecen las constantes:

- Población total.
- Tasa de contacto.
- Fracción de beneficio.
- Efectividad publicitaria.

La ejecución del modelo permite apreciar el comportamiento dinámico en la vinculación de las instituciones al proceso, como se ilustra en la sección derecha de la Figura 1. Hasta aquí el modelo captura situaciones en las que el servicio se recibe, pero no se descarta ni se actualiza.

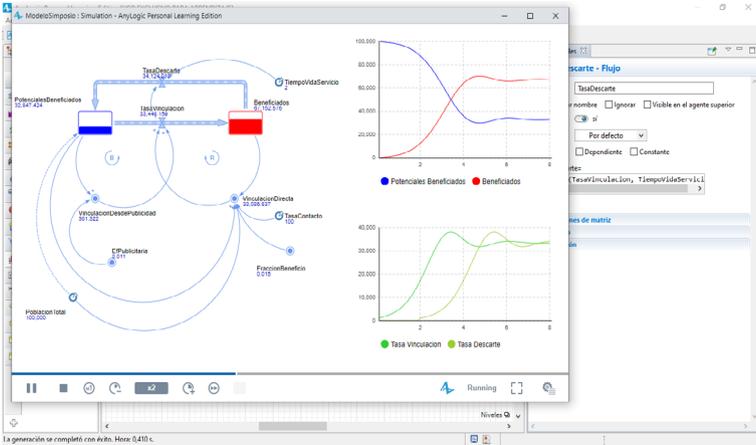
Fase 2. Modelado de la actualización de estrategias

A continuación se modela el comportamiento dinámico vinculando nuevas instituciones y regresando a las ya visitadas en un proceso de actualización.

Esto implica la integración de una constante de tiempo de vida promedio del servicio (Talleres Itinerantes), y aquí los Beneficiados fluyen hacia el grupo de Potenciales Beneficiados. Este flujo de descarte cambia el comportamiento de los *stocks*, generando un nuevo flujo y una tasa de descarte, que implican un retardo de tiempo.

La tasa de descarte es nula hasta que transcurra el tiempo de aplicación de los primeros talleres.

Figura 2. Modelo con actualización de estrategias.



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 2, lado izquierdo, se ilustra el parámetro y flujo adicionado. Y al lado derecho se presenta el funcionamiento de la función de retardo.

En la gráfica correspondiente a las tasas de Vinculación y de Descarte, las curvas evidencian cómo la tasa de descarte es en realidad la tasa de adopción demorada un determinado tiempo, el tiempo de vida útil del servicio.

En la dinámica de la población, ahora en lugar de caer a cero, como es la tendencia de la situación de la Fase 1, los potenciales beneficiados se reponen constantemente a medida que los beneficiados participan en la primera

secuencia y vuelven a ingresar a la población de posibles beneficiados de la siguiente secuencia.

La tasa de vinculación aumenta, alcanza su punto máximo y cae a una tasa que depende de la vida media del servicio y de los parámetros que determinan la tasa de vinculación. Los descartes significan que siempre hay una fracción de la población en el grupo de posibles beneficiados.

Esto implica repetición de visitas y la proyección de nuevos talleres cuya implementación depende de las particularidades de cada institución.

Fase 3. Modelado del ciclo de la demanda

Requiere de la adición de datos experimentales al modelo.

Figura 3. Modelo del ciclo de la demanda.

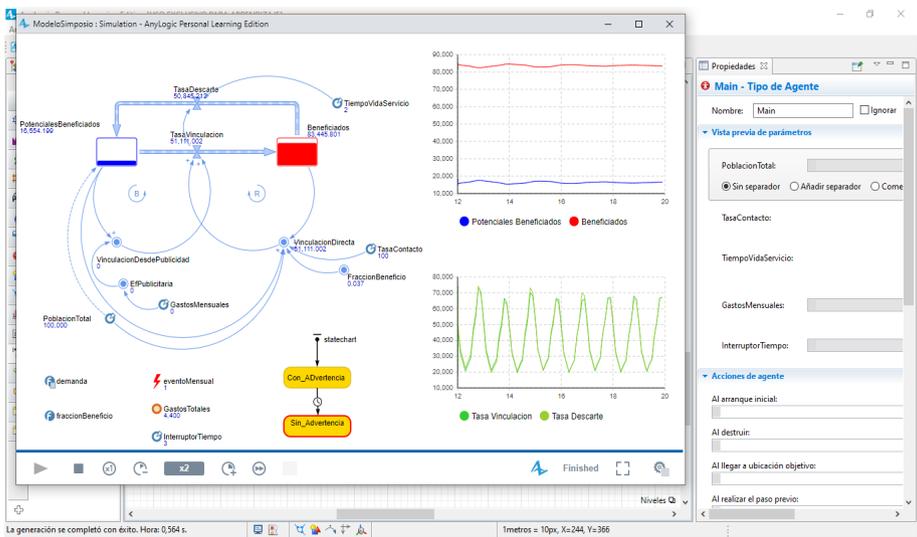


Fuente: elaboración propia.

Para lograr la ejecución, como se ilustra en la Figura 3, se partió de supuestos datos experimentales sobre cómo cambia la demanda promedio del servicio durante el año; sin embargo, se espera que en el futuro se logre regresar al trabajo de campo y poder así alimentar el simulador con datos reales.

Fase 4. Modelado de una estrategia de promoción

Figura 4. Modelo de una estrategia de promoción.



Fuente: elaboración propia.

En esta fase del proceso de modelado, se centra la atención en los gastos. Un primer acercamiento se realiza a través de la introducción de una constante para los

gastos mensuales de publicidad, sin embargo es preciso alimentar el simulador con la introducción de otros aspectos de promoción que requieren de la profundización en aspectos relacionados con la diversidad de estrategias para la promoción de servicios educativos itinerantes.

Conclusiones

La modelación computacional del ciclo de vida de los Talleres Itinerantes de Alfabetización Computacional que se ha presentado en este artículo a través de cuatro fases, condujo a la construcción de un prototipo que se constituye en una herramienta digital para avanzar en el proceso investigativo.

Bibliografia

Andrei Borshchev, I. G. (2017). *The big book of simulation modeling. Multimethod modeling with AnyLogic 8*. The AnyLogic Company.

AnyLogic. (2017). *Bass diffusion model*. The AnyLogic Company.

Desarrollo de una herramienta didáctica para la enseñanza de ciencias naturales 1.º - 3.º con realidad aumentada

Resumen

La herramienta didáctica para móviles con sistema operativo Android cuenta con una pequeña cartilla guía que explica de una forma sencilla lo que se necesita para que el niño sepa cómo desenvolverse en cada tema. Estos temas tendrán cinco actividades, y al finalizar cada ítem ingresará a la herramienta didáctica para poner en práctica lo aprendido.

El primero enfatiza en las partes del cuerpo humano y sus órganos, en el cual se encontrará la silueta del cuerpo humano y al costado izquierdo las partes del cuerpo o los órganos que se deben ubicar en la silueta. Si lo coloca correctamente, lo dejaba fijar, en caso contrario, genera un sonido de error.

El segundo tema se centra en los cinco reinos de la naturaleza: reino animal, reino vegetal, reino monera, reino fungí y reino protista; en cada nivel se muestran diferentes imágenes relacionadas con los cinco reinos de la naturaleza y se debe escoger las correspondientes según el reino del nivel en que se encuentra el aprendiz.

El tercer tema se enfoca en la fotosíntesis, y en este se debe realizar el proceso de la fotosíntesis, en el cual la planta inicia teniendo un color gris; para que esta torne en un color llamativo debe recoger agua y sales minerales de la tierra, después de que termina este proceso deberá recoger soles para terminar el proceso de la fotosíntesis.

Y el cuarto y último tema está orientado para la explicación de la cadena alimenticia de los animales, en él se encuentran cinco personajes principales que son un ave depredadora, una culebra, un sapo, un insecto y una planta.

Abstract

The didactic tool for mobiles with Android operating system has a small guidebook that explains in a simple way what is needed for the child to know how to function in each topic, these topics will have 5 activities, at the end of each item, they will enter the didactic tool to put into practice what has been learned.

The first topic emphasizes the parts of the human body and its organs, in which the silhouette of the human body will be found and on the left side the parts of the body or the organs that should be located in the silhouette, if you place it correctly you would leave it setting, otherwise, it generates an error sound.

The second theme focuses on the 5 kingdoms of nature: animal kingdom, plant kingdom, monera kingdom, fungi kingdom, protist kingdom, in each level different images related to the 5 kingdoms of nature, and the corresponding

ones must be chosen according to the kingdom of the level in which the apprentice is.

The third topic focuses on photosynthesis, in this the photosynthesis process must be carried out, where the plant begins having a gray color, for this to turn into a striking color it must collect water and mineral salts from the earth, after this process ends it must collect suns to finish the photosynthesis process.

And the fourth and last item It is oriented towards the explanation of the food chain of animals, in which there are five main characters that are a predatory bird, a snake, a toad, an insect and a plant.

Palabras clave: aprendizaje, ciencias naturales, educativo, enseñanza, herramienta didáctica, móviles.

Introducción

En los últimos años se conocieron resultados alarmantes acerca de la calidad educativa de Colombia. Según el Informe PISA, los estudiantes colombianos obtienen un rendimiento menor que la media de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Ocde), en ciencias con un puntaje de 413 (de 487) ocupando el puesto 6 de 10 entre los países latinoamericanos que participaron, y el puesto 62 de los 72 países en total. Colombia en ninguna de las disciplinas logra pasar el promedio de los países de la Ocde (Echazarra y Schwabe, 2019).

Por otro lado, las herramientas educativas en los salones de clase son muy útiles para el proceso de aprendizaje porque facilitan y ayudan en el aprendizaje de los estudiantes que requieren una mayor dedicación; por esto, se propone la idea de implementar una herramienta didáctica para Android como un recurso dinámico educativo.

Con este proyecto se pretende reforzar el aprendizaje en el área de ciencias naturales para estudiantes de 1.º, 2.º y 3.º de primaria, por medio de esta herramienta didáctica para móviles, en la cual se desarrollarán cuatro temas básicos dinámicos y divertidos. Estos estarán centrados en: las partes del cuerpo humano, los cinco reinos de la naturaleza, el proceso de la fotosíntesis y la cadena alimenticia de los animales.

Las herramientas didácticas son utilizadas como instrumentos de aprendizaje para apoyar el proceso educativo de los estudiantes, siendo así una herramienta tanto para los estudiantes como para los docentes, ya que permite desarrollar las habilidades, destrezas y competencias cognitivas, motrices, sociales y de comunicación, generando por medio de su interfaz un ambiente amigable en el ámbito escolar y ampliándolo hasta el hogar por ser ameno y alegre.

En la actualidad hay herramientas didácticas que trabajan estos temas: **Mi primera encarta** es una enciclopedia juvenil multimedia digital de Microsoft. **Ciencias Naturales** es una aplicación creada para los niños con el objetivo de que se introduzcan en el mundo natural de los animales y las plantas. **Animales Realidad Aumentada** es una aplicación gratis y educativa para niños de todas las edades, y su idea principal es que aprendan sobre los animales y los sonidos que realizan. Y **Órganos 3D (anatomía)** muestra un modelo tridimensional de los órganos del cuerpo humano y una descripción de ellos.

El objetivo de este proyecto es desarrollar una herramienta didáctica implementando realidad aumentada para la enseñanza del área de ciencias naturales en 1.º, 2.º y 3.º grados.

Métodos y materiales

El desarrollo de este proyecto se basó en la metodología SUM, dado que se adapta muy bien al desarrollo de herramientas didácticas de calidad en tiempo y costo, mejorando continuamente y con esto se lograrán los resultados esperados, administrando de manera eficiente los recursos y riesgos del proyecto.

La metodología SUM tiene como característica su adaptación a equipos con pocos integrantes (de dos a siete personas) y para proyectos que tengan menos de un año de duración. Por otra parte, SUM se adapta fácilmente a las herramientas didácticas ya que tiene una estructura con roles de Scrum descritas por Ken Schwaber [SB01]. Se utilizó esta metodología ya que brindó flexibilidad para definir el ciclo de vida y puede ser combinado fácilmente con otras metodologías para adaptarse a distintas realidades.

Desarrollo del concepto: en esta fase se entregará el documento conceptual de la herramienta didáctica.

Planificación administrativa: se entregará el cronograma y la metodología para el proyecto.

Elaboración: se diseñará la herramienta didáctica, con el guion, la historia, los personajes, las mecánicas y la inteligencia artificial.

Beta: se entregará el primer prototipo con finalidad de realizar pruebas para corregir y evitar bugs y errores en el

desarrollo de la herramienta didáctica.

Cierre: se obtendrá una versión final y revisada de la herramienta didáctica, libre de código basura, dejándola óptima y amigable para el público objetivo.

Gestión de riesgos: se identificarán y evaluarán los riesgos para establecer planes de contingencia con los cuales se plantean estrategias para mitigar los riesgos y mantenerlos monitoreados.

Resultados esperados

Los resultados esperados tras el desarrollo del proyecto serán:

- El desarrollo de una herramienta didáctica que permita ser utilizada como apoyo del aprendizaje en el área de ciencias naturales para estudiantes de 1.º, 2.º y 3º grado de primaria.
- El fomento de herramientas didácticas en móviles con sistema operativo Android.
- La apropiación de la herramienta didáctica por parte de los estudiantes y docentes, para aprender y enseñar de manera dinámica y divertida.

Conclusiones

Este proyecto inicialmente se planteó como un videojuego, pero en la investigación inicial se observó que no se debía orientar hacia los videojuegos ya que la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Ministerio de las TIC en Colombia llegaron a la conclusión de que los niños en edades tempranas no usen dispositivos móviles. Por esto, el proyecto se reorientó como una herramienta didáctica y se aclara que para hacer uso de ella deberá estar presente un adulto mayor responsable ya sea el docente, padre o tutor legal del menor durante su utilización.

También se observó que para una buena implementación en aulas de clase, se requiere que la institución cuente con los medios adecuados y los implementos necesarios que son dispositivos con sistema operativo Android y con una cámara de buena calidad.

Aspectos etnobotánicos preliminares presentes en los municipios de la provincia del Alto Magdalena, Cundinamarca

Jack Fran García Pérez¹⁸, Darío Benavides Pava¹⁹, Nini Tatiana Serna García²⁰, María Paula Gómez Leal²¹, Faisury Alexandra Llanos Ortiz²², Geraldín Andrea Niño Galindo²³

Resumen

Este estudio representa una aproximación etnobotánica en los municipios que constituyen la provincia del Alto Magdalena. Lo usos y aplicaciones de las plantas se

18 Biólogo de la Universidad del Tolima. Con Maestría en Ciencias y Biología de la Universidad del Valle. Docente de la Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de Ingeniería Ambiental. <https://orcid.org/0000-0002-3560-7297>, jarmenogarcia@ucundinamarca.edu.co

19 Economista de la Universidad Autónoma de Colombia, con Maestría en Administración de Negocios del Instituto Tecnológico de Monterrey y la Universidad de Bucaramanga. Docente de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables del programa de Administración de Empresas, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-0987-7920>, dbenavidesp@ucundinamarca.edu.co

20 Estudiante de ingeniería ambiental. Integrante del Semillero Biodiversidad y Ecología de Artrópodos, Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de Ingeniería Ambiental. <https://orcid.org/0000-0002-8854-9318>, nserna@ucundinamarca.edu.co

21 Estudiante de ingeniería ambiental. Integrante del Semillero Biodiversidad y Ecología de Artrópodos, Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias

registraron mediante la aplicación en línea de 101 encuestas en las cuales participaron 60 hombres y 41 mujeres. El 27,72 % de la población participante son estudiantes, seguido por comerciantes (12,87 %) y agricultores-ganaderos (11,88 %). La encuesta permitió generar un listado de 140 especies vegetales representadas en 54 familias, de las cuales 26 especies son fabáceas de importancia como forrajes y para la restauración, y 8 especies son bignoniáceas relevantes en usos ornamentales y de construcción. En el caso del uso medicinal, se reportan 29 especies de plantas y son representativas las lamiáceas albahaca, toronjil y yerbabuena.

Palabras claves: etnobotánica, Alto Magdalena, restauración

Agropecuarias, programa de Ingeniería Ambiental. <https://orcid.org/0000-0003--3822-0351>, mpaulagomez@ucundinamarca.edu.co

22 Estudiante de ingeniería ambiental. Integrante del Semillero Biodiversidad y Ecología de Artrópodos, Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de Ingeniería Ambiental. <https://orcid.org/0000-0002-7442-5939>, flanos@ucundinamarca.edu.co

23 Estudiante de ingeniería ambiental. Integrante del Semillero Biodiversidad y Ecología de Artrópodos, Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de Ingeniería Ambiental. <https://orcid.org/0000-0002-8321-1828>, gnino@ucundinamarca.edu.co

Abstract

This study represents an ethnobotanical approach in the municipalities that constitute the Upper Magdalena Province. The uses and applications of the plants were recorded through the online polling of 101 surveys where 60 men and 41 women participated. 27.72 % of the participating population are students, followed by merchants (12.87 %) and farmers-ranchers (11.88 %). The polling allowed to generate a list of 140 plant species represented in 54 families of which 26 species are Fabaceae of importance as fodder and for restoration and 8 species are relevant Bignoniaceae in ornamental and construction uses. In the case of medicinal use, 29 species of plants are reported, the Lamiaceae Basil, Toronjil and Yerbabuena being representative.

Keywords: Ethnobotanical, Upper Magdalena Province, Restoration

Introducción

La etnobotánica se encarga de estudiar la relación entre las culturas humanas y su ambiente vegetal, desde una perspectiva histórica y regional (Barrera, 1979). Además, estudia las relaciones entre los seres humanos y los vegetales. Su principal objetivo son los conocimientos sobre plantas y sus utilidades en la cultura popular tradicional (Pardo y Gómez, 2003). La importancia de los estudios etnobotánicos de plantas medicinales radica en que son el punto de partida en la búsqueda de nuevas moléculas y fuentes de principios activos a partir de recursos naturales, lo cual se puede extrapolar al desarrollo de derivados sintéticos y semisintéticos para la manufactura de medicamentos (Rodríguez Alviz *et al.*, 2013).

La provincia del Alto Magdalena se encuentra localizada al suroccidente del departamento de Cundinamarca, tiene una extensión territorial de 1184 km², la cual corresponde al 5,3 % del área total del departamento, lo que le permite ubicarse como la décima provincia en cuanto a tamaño. Su jurisdicción comprende los municipios de Agua de Dios, Guataquí, Jerusalén, Nariño, Nilo, Ricaurte, Tocaima y Girardot (cabecera de la provincia) (CEPEC, 2011).

En Colombia, para el departamento de Cundinamarca se calculan 11 010 ha de bosque seco tropical natural y en mosaicos 39 418 ha (Pizano y García, 2014). Dada la ubicación del Bs-T en tierras bajas en el Caribe y los valles interandinos, que en gran medida coincide con el eje

precolombino de expansión de la frontera agropecuaria, esto ha facilitado su elevada fragmentación (Etter *et al.*, 2008). El bosque seco en Colombia está entre los ecosistemas más amenazados del país con una relictualidad del 8 % respecto a su área de distribución original y una representatividad en las áreas protegidas de tan solo el 5 %. Los remanentes de bosque seco en Colombia se ubican en tres regiones: zona costera y serranías bajas del Caribe, valle del río Magdalena y valle interandino del río Cauca (Salazar *et al.*, 2002).

El presente estudio es una aproximación a los usos etnobotánicos que presentan los habitantes de los municipios que conforman la provincia del Alto Magdalena en el proyecto Convocatoria Minciencias 802-2018: desarrollo de prototipos de negocios en biocomercio derivados de las cadenas sociales productivas, localizadas en los senderos tradicionales de Girardot y Alto Magdalena, a partir de la vegetación del bosque seco tropical.

Desarrollo

Para el análisis preliminar de los usos etnobotánicos en los habitantes de los ocho municipios de la provincia del Alto Magdalena, se realizaron durante una semana de septiembre de 2020, 101 encuestas en línea empleando la aplicación docs.google.com/forms, y las encuestas fueron enviadas por WhatsApp y correo electrónico. Participaron 60 hombres y 41 mujeres, y en las ocupaciones/profesiones valoradas estas son sus respectivas categorías: Ama de casa, Estudiantes, Profesional, Empleado público, Guía

turístico/Ecoturismo, Trabajador independiente, Pescador, Carnicero, Comerciante, Oficios varios, Construcción y Agricultor/Ganadero. El 27,72 % de la población participante son estudiantes, relevando probablemente un mejor acceso y manejo óptimo de los jóvenes ante estas encuestas mediadas en línea (Figura 1).

Figura 1. Porcentaje de Ocupaciones/Profesión de la población evaluada mediante la encuesta en línea



Los resultados de las encuestas permitieron hacer un listado preliminar de 140 especies vegetales, de las cuales 90 son de origen neotropical (Tabla 1). Se reportan 54 familias, de las cuales 26 especies son fabáceas y 8 son bignoniáceas. La representatividad de esta familia concuerda con lo reportado en la escala nacional, en la que en las eudicotiledóneas la familia *Fabaceae* presentó el mayor número de especies (339) para el bosque seco tropical en Colombia (Pizano y García, 2014).

Todos los nombres de las especies y familias fueron corroborados taxonómicamente comparando con las bases de datos disponibles en línea: theplantlist.org, STRI (Smithsonian Tropical Research Institute), itis.gov (Integrated Taxonomic Information System) y biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes

Tabla 1. *Especies de origen neotropical*

<i>Trichanthera gigantea</i>	Acantáceas	Restauración	Neotropical
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Amarantáceas	Medicinal	Neotropical
<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Alimenticio	Neotropical
<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae	Restauración	Neotropical
<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	Restauración	Neotropical
<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Restauración	Neotropical
<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	Alimenticio	Neotropical
<i>Annona squamosa</i>	Annonaceae	Alimenticio	Neotropical
<i>Aspidoperma polyneuron</i>	Apocináceas	Construcción	Neotropical
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Aráceas	Forraje	Neotropical
<i>Oreopanax</i> sp.	Araliáceas	Restauración	Neotropical

<i>Roystonea regia</i>	Arecáceas	Ornamental	Neotropical
<i>Attalea butyracea</i>	Arecáceas	Restauración	Neotropical
<i>Pentacalia</i> sp.	Asteráceas	Ornamental	Neotropical
<i>Crescentia cujete</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Medicinal	Neotropical
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Ornamental	Neotropical
<i>Tecoma stans</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Ornamental	Neotropical
<i>Handroanthus guayacan</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Construcción	Neotropical
<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Construcción	Neotropical
<i>Handroanthus serratifolius</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Construcción	Neotropical
<i>Jacaranda caucana</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Ornamental	Neotropical
<i>Bixa orellana</i>	Bixáceas	Medicinal	Neotropical
<i>Lithodora fruticosa</i>	<i>Boraginaceae</i>	Ornamental	Neotropical
<i>Bursera simaruba</i>	<i>Burseraceae</i>	Restauración	Neotropical
<i>Selenicereus megalanthus</i>	Cactáceas	Alimenticio	Neotropical
<i>Hylocereus triangularis</i>	Cactáceas	Ornamental	Neotropical
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cactáceas	Ornamental	Neotropical
<i>Carica papaya</i>	<i>Caricaceae</i>	Alimenticio	Neotropical

<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	Restauración	Neotropical
<i>Chrysobalanus icaco</i>	Crisobalanáceas	Alimenticio	Neotropical
<i>Curatella americana</i>	Dileniáceas	Restauración	Neotropical
<i>Erythroxylum coca</i>	Eritroxiláceas	Medicinal	Neotropical
<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	Alimenticio	Neotropical
<i>Croton leptostachyus</i>	Euphorbiaceae	Medicinal	Neotropical
<i>Croton smithianus</i>	Euphorbiaceae	Medicinal	Neotropical
<i>Hevea brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	Ornamental	Neotropical
<i>Cnidoscolus tubulosus</i>	Euphorbiaceae	Ornamental	Neotropical
<i>Inga edulis</i>	Fabáceas	Alimenticio	Neotropical
<i>Chloroleucon</i> sp.	Fabáceas	Construcción	Neotropical
<i>Caesalpinia ebano</i>	Fabáceas	Construcción	Neotropical
<i>Macherium capote</i>	Fabáceas	Construcción	Neotropical
<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabáceas	Forraje	Neotropical
<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabáceas	Forraje	Neotropical
<i>Cassia grandis</i>	Fabáceas	Forraje	Neotropical
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabáceas	Forraje	Neotropical

<i>Mimosa</i> sp.	Fabáceas	Medicinal	Neotropical
<i>Senna reticulata</i>	Fabáceas	Medicinal	Neotropical
<i>Acacia glomerosa</i>	Fabáceas	Ornamental	Neotropical
<i>Calliandra</i> sp.	Fabáceas	Ornamental	Neotropical
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Fabáceas	Ornamental	Neotropical
<i>Acacia cornigera</i>	Fabáceas	Ornamental	Neotropical
<i>Brownea ariza</i>	Fabáceas	Ornamental	Neotropical
<i>Bauhinia</i> sp.	Fabáceas	Ornamental	Neotropical
<i>Albizia carbonaria</i>	Fabáceas	Restauración	Neotropical
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Fabáceas	Restauración	Neotropical
<i>Gliricidia sepium</i>	Fabáceas	Restauración	Neotropical
<i>Pithecellobium dulce</i>	Fabáceas	Restauración	Neotropical
<i>Acacia farnesiana</i>	Fabáceas	Restauración	Neotropical
<i>Samanea saman</i>	Fabáceas	Restauración	Neotropical
<i>Heliconia</i> sp.	<i>Heliconiaceae</i>	Ornamental	Neotropical
<i>Persea americana</i>	<i>Lauraceae</i>	Alimenticio	Neotropical
<i>Aniba</i> sp.	<i>Lauraceae</i>	Medicinal	Neotropical

<i>Pachira aquatica</i>	Malvaceae	Restauración	Neotropical
<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae	Alimenticio	Neotropical
<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	Restauración	Neotropical
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	Forraje	Neotropical
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	Restauración	Neotropical
<i>Tibouchina</i> sp.	Melastomatáceas	Restauración	Neotropical
<i>Cedrela montana</i>	Meliaceae	Construcción	Neotropical
<i>Trichilia</i> sp.	Meliaceae	Construcción	Neotropical
<i>Swietenia</i> sp.	Meliaceae	Construcción	Neotropical
<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae	Construcción	Neotropical
<i>Ficus maxima</i>	Moraceae	Ornamental	Neotropical
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Alimenticio	Neotropical
<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae	Restauración	Neotropical
<i>Bougainvillea</i> sp.	Nictagináceas	Ornamental	Neotropical
<i>Averrhoa carambola</i>	Oxalidáceas	Alimenticio	Neotropical
<i>Piper</i> sp.	Piperaceae	Medicinal	Neotropical
<i>Zea mays</i>	Poáceas	Alimenticio	Neotropical

<i>Guadua angustifolia</i>	Poáceas	Construcción	Neotropical
<i>Schizachyrium</i> sp.	Poáceas	Forraje	Neotropical
<i>Triplaris america</i>	Poligonáceas	Restauración	Neotropical
<i>Portulaca grandiflora</i>	Portulacaceae	Ornamental	Neotropical
<i>Randia aculeata</i>	Rubiaceae	Medicinal	Neotropical
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Rutaceae	Restauración	Neotropical
<i>Melicoccus bijugatus</i>	Sapindáceas	Alimenticio	Neotropical
<i>Serjania grandis</i>	Sapindáceas	Ornamental	Neotropical
<i>Pouteria sapota</i> Jacq.	Sapotaceae	Alimenticio	Neotropical
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Solanáceas	Alimenticio	Neotropical
<i>Urera baccifera</i>	Urticáceas	Medicinal	Neotropical

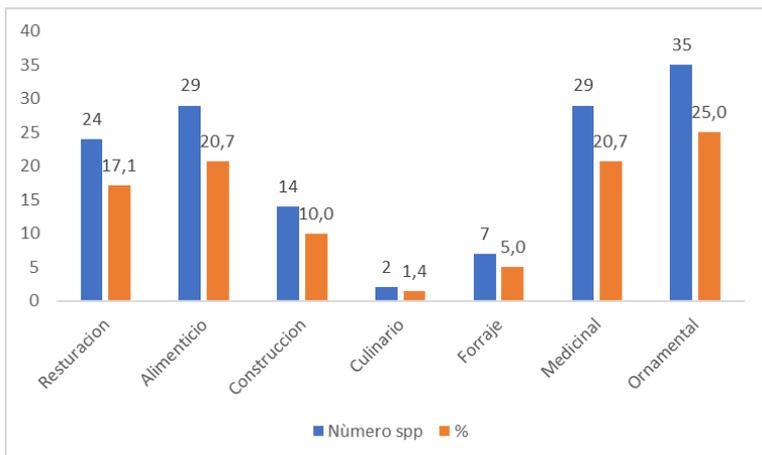
Es importante resaltar en esta lista la presencia de especies de origen neotropical en las coberturas encontradas en áreas rurales y urbanas, puesto que al mostrar una distribución natural brindan servicios ecosistémicos claves para el soporte de la biodiversidad en sus niveles genéticos, poblacionales y ecosistémicos. Las coberturas naturales tienen una funcionalidad como reservorios de carbono, mejoramiento en la calidad del aire, barrera contra ruidos, control de erosión y microclimas, además de ser el hábitat de muchas especies y el recurso alimenticio de los

herbívoros tanto nativos como foráneos.

La selección antropogénica especialmente en áreas urbanas de ciertas especies vegetales debido a su apreciación ornamental, medicinal, entre otras, afecta la diversidad vegetal local y este proceso ha sido analizado por Williams *et al.* (2009) quienes proponen que el conjunto de especies de plantas que se encuentran en las zonas urbanas se fundamenta a través de tres mecanismos: especies nativas originalmente presentes en el área; especies autóctonas de la región originalmente ausentes del área, que colonizan nuevos hábitats creados por la urbanización; y especies exóticas introducidas por humanos que se dispersan para establecer poblaciones silvestres en entornos urbanos. Las áreas urbanas están sujetas a efectos ambientales que incluyen altos niveles de contaminación atmosférica y del suelo, temperaturas elevadas debido al calor urbano y el aumento del estrés hídrico (Pickett *et al.*, 2001; Grimm *et al.*, 2008).

Con relación a los usos generales de estas plantas, se reconocieron los de Restauración, Alimenticio, Construcción, Culinario, Forraje, Medicinal y Ornamental (Figura 2). La categoría de Restauración incluye cercas vivas, barrera contra fuegos, barrera contra vientos, sombra, reforestación, conservación de fuentes hídricas y control de erosión, praderización y abonos verdes. Las fabáceas fueron reconocidas principalmente como forraje y especies multipropósito en temas de restauración y en el caso de las bignoniáceas en usos ornamentales y de construcción (Figura 2).

Figura 2. Usos generales de las plantas registrados mediante la encuesta en línea.



En el caso del uso medicinal, se reportan 29 especies lo que representa una base importante en el uso local de las plantas presentes en la comunidad y constituye la memoria curativa de la provincia del Alto Magdalena. En este uso medicinal son representativas las lamiáceas son representativas las lamiáceas albahaca, toronjil y yerbabuena (Tabla 2). Muchas de estas especies medicinales son sembradas en jardines y patios como huertas caseras o crecen en bordes y caminos de áreas abiertas como el cruceto, la ortiga y la pringamoza.

Tabla 2. Listado de las especies con propiedades medicinales registradas mediante la encuesta en línea.

Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	Adoxáceas
Paico	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Amarantáceas
Mostandoque	<i>Centella asiatica</i>	Apiaceae
Diente de león	<i>Taraxacum</i> sp.	Asteráceas
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae
Jícara, totumo	<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae
Achiote	<i>Bixa orellana</i>	Bixáceas
Marihuana	<i>Cannabis sativa</i>	Cannabáceas
Coca	<i>Erythroxylum coca</i>	Eritroxiláceas
Mosquero	<i>Croton leptostachyus</i>	Euphorbiaceae
Sangregado	<i>Croton smithianus</i>	Euphorbiaceae
Mimosa, dormidera	<i>Mimosa</i> sp.	Fabáceas
Mostendoque	<i>Senna reticulata</i>	Fabáceas
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	Lamiáceas
Toronjil	<i>Melissa officinalis</i>	Lamiáceas

Yerbabuena	<i>Mentha</i> sp.	Lamiáceas
Sasafrás	<i>Aniba</i> sp.	Lauráceas
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae
Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae
Cordoncillo	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae
Llantén	<i>Plantago major</i>	Plantagináceas
Limonaria, limoncillo	<i>Cymbopogon citratus</i>	Poáceas
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacáceas
Cruceto	<i>Randia aculeata</i>	Rubiaceae
Noni	<i>Morinda citrifolia</i>	Rubiaceae
Ortiga	<i>Urtica urens</i>	Urticáceas
Pringamoza	<i>Urera baccifera</i>	Urticáceas
Pronto alivio	<i>Lippia alba</i>	Verbenáceas
Sábila	<i>Aloe vera</i>	Xantorreáceas

Conclusiones

El sondeo en línea de los usos etnobotánicos para los municipios de la provincia del Alto Magdalena permitieron hacer un listado de 140 especies, cuyos usos principales son ornamental, restauración, alimenticio y medicinal. Este sondeo representa un análisis preliminar del uso en los recursos florísticos para esta provincia.

En las coberturas vegetales registradas predominaron especies de distribución neotropical, lo cual es importante para mantener la estructura y función de los ecosistemas municipales. Las coberturas nativas son el soporte de la biodiversidad local y de la ecorregión del Alto Magdalena, lo que permite preliminarmente indicar que en la selección de plantas en diferentes zonas y espacios urbanos y rurales, se está favoreciendo el establecimiento de especies de zonas cálidas, comunes para los habitantes y que culturalmente han sido empleadas con diferentes usos tradicionales.

Bibliografía

- Barrera, A. (1979). La etnobotánica. En A. Barrera (ed.), *La etnobotánica: tres puntos de vista y una perspectiva* (pp. 19-25). Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos A. C., Xalapa, México.
- Bernal, R., Galeano, G., Rodríguez, A., Sarmiento, H. y Gutiérrez, M. (2017). *Nombres comunes de las plantas de Colombia*. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/>
- CEPEC. (2011). *Plan de Competitividad y Desarrollo Económico de la provincia del Alto Magdalena*. Contrato de Servicios de Consultoría No. C-40/2010. Gobernación de Cundinamarca - Centro de Pensamiento en Estrategias Competitivas (CEPEC), Universidad del Rosario.
- Etter, A., Mcalpine, C. y Possingham, H. (2008). A historical analysis of the spatial and temporal drivers of landscape change in Colombia since 1500. *Annals of the American Association of Geographers*, (98), 2-23.
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J. G., Bai, X. M. y Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, (319): 756-760.
- Pardo, M. y Gómez, E. (2003). Etnobotánica: aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, (60), 171.
- Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Nilon, C. H., Pouyat, R. V., Zipperer, W. C. y Costanza,

- R. (2001). Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, (32), 127-157.
- Pizano, C. y García, H. (2014). *El bosque seco tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, Colombia.
- Rodríguez Alviz, E., Chepe Guerrero, L. E. y Valencia Cadavid, E. A. (2013). Estudio etnobotánico de especies medicinales utilizadas por la comunidad de la vereda Campo Alegre del corregimiento de Siberia, Cauca (Colombia). Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle. *Revista de Ciencias*, 17(2), 35-49.
- Salazar, R. M. I., Gómez, T., Vargas, G., Reyes, M., Castillo, L. E. y Bolívar, W. (2002). *Bosques secos y muy secos del departamento del Valle del Cauca, Colombia*. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Santiago de Cali.

Chatbot como recurso formativo en un ambiente de aula invertida

Jairo E. Márquez D.

Doctorante en Educación, máster en Seguridad de la Información Empresarial. Máster en Bioética, especialista en Docencia Universitaria, especialista en Bioética, especialista en Actuarial, especialista en Ciberseguridad, ingeniero de sistemas y licenciado en Física y Matemáticas. Par evaluador de Minciencias. Par experto para evaluación de proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) y par evaluador del Ministerio de Educación Nacional (MEN). <https://orcid.org/0000-0001-6118-3865>

Grupo de Investigación al que pertenece: Nanoingeniería y SARA (Scientific Academic Research Activity).

Resumen

La clase invertida se ha convertido en un modelo pedagógico fundamental en tiempos de pandemia y pospandemia, debido a su flexibilidad en cuanto a la gestión de la enseñanza y el aprendizaje tanto en modalidad síncrona como asíncrona. Este aspecto hace que este modelo se pueda integrar con diversas tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, a través de un chatbot, el cual permite la interacción humano-máquina de una manera amigable, que ayuda en este caso particular al estudiante a comprender temas cuyo grado de dificultad entraña una retroalimentación esporádica. En este sentido, se formula una propuesta de investigación que permite tanto al docente como al estudiante interactuar con un sistema automatizado basado en autoaprendizaje, en particular en modelos de recuperación, cuyo constructo se sustenta en el procesamiento del lenguaje natural, en el que se busca la integración de la lingüística computacional, la inteligencia artificial y las ciencias de la computación, usando a Python como lenguaje de programación.

Palabras clave: educación, chatbot, clase invertida, tecnologías emergentes, Python

Abstract

The flipped classroom has become a fundamental pedagogical model in times of pandemic and post-pandemic, due to its flexibility regarding the management of teaching and learning in both synchronous and asynchronous modes. This aspect means that this model can be integrated with various emerging technologies such as artificial intelligence, through a chatbot, which allows human-machine interaction in a friendly way, which in this particular case helps the student to understand topics whose degree of difficulty involves sporadic feedback. In this sense, a research proposal is formulated that allows both the teacher and the student to interact with an automated system based on self-learning, in particular on recovery models, whose construct is based on natural language processing, in which it is sought the integration of computational linguistics, artificial intelligence and computer science, using Python as the programming language.

Keywords: Chatbot, Education, Emerging technologies, Inverted class, Python

Introducción

Un aspecto pospandemia que le queda a la educación mundial en sus diferentes niveles y modalidades es la reevaluación del quehacer educativo del profesor, la formación del estudiante y el papel de las instituciones en este escenario. La enseñanza y el aprendizaje presentaron cambios radicales en menos de un año, todo por causa de la pandemia del COVID-19, rompiendo de una vez por todas con el paradigma de las clases magistrales estándar caracterizadas por la ausencia del uso de recursos TIC y tecnologías que le acompañan. En este contexto, tanto profesor como alumno se vieron avocados a enfrentar retos de diversa índole: virtualidad, conectividad y aislamiento, sumado a factores psicológicos y psicosociales que incluyeron a padres de familia y a los profesores, y muchos de ellos declinaron seguir su profesión debido al choque tecnológico y nuevos escenarios para los cuales no estaban preparados. De igual manera, las instituciones educativas tuvieron que adaptar su infraestructura tecnológica para enfrentar este nuevo reto.

En esta nueva atmósfera de cambio, la resiliencia ha tenido un papel fundamental en la educación, llevándola a un plano disruptivo, en el cual preguntas como: para qué se enseña, qué se quiere enseñar y cómo enseñar establecen nuevos puntos de partida al profesor que llevan inevitablemente a que el estudiante adopte otra postura frente a su aprendizaje y formación, en la que se contempla la tecnología y los medios digitales como herramientas clave para una educación sincrónica y asincrónica.

La educación pospandemia ha mostrado cómo los modelos educativos emergentes o disruptivos entran en juego, planteando a las instituciones de educación nuevas estrategias metodológicas y pedagógicas para una comunidad académica cuyas vidas han cambiado para siempre. El papel de las tecnologías emergentes y los medios digitales muestran que llevados de una manera planificada, se convierten en recursos educativos reutilizables que guardan una intencionalidad, se pueden adaptar a diferentes contextos y actividades de enseñanza como de aprendizaje, sumado a que se pueden distribuir por diversos canales por lo que su accesibilidad queda garantizada. Ejemplos de estos recursos son: archivos multimedia, *e-books*, *podcasts*, *posters*, documentos ofimáticos, pdf, mapas conceptuales, animaciones, imágenes, infografías, píldoras educativas, aplicaciones móviles o *apps*, *webapps*, mundos virtuales *online* y *offline*, gamificadores y videoclips, entre muchos otros.

Una reciente tecnología está entrando a formar parte de la educación del siglo XXI, enmarcada en el modelo de la inteligencia artificial denominado como bot o chatbot. Aunque su origen es de los años 60, solo en los últimos años ha venido tomando fuerza en diversos sectores industriales como de servicios, todo gracias a los continuos avances en los sistemas computacionales y de los algoritmos sobre los cuales sustentan su funcionamiento. Esta tecnología emergente llevada al plano educativo trae consigo una propuesta didáctica, que busca dinamizar la enseñanza y el aprendizaje, y es un elemento para socializar en el presente documento, cuya base parte de la reflexión y las experiencias adquiridas a partir del macroproyecto institucional denominado "Desarrollo de estrategias pedagógicas mediante tecnologías emergentes para

la enseñanza de las matemáticas en la Universidad de Cundinamarca”.

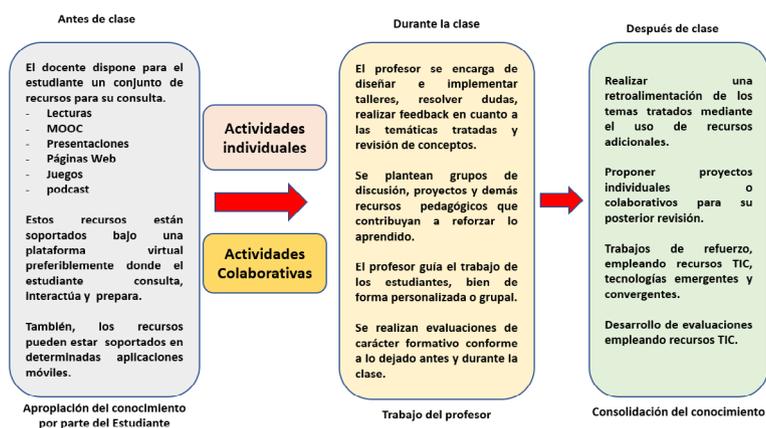
Desarrollo

Clase invertida

Vivimos en una sociedad del conocimiento marcado por un continuo avance científico y tecnológico, que ha hecho que la educación en la última década transforme su actuar, tanto en la manera como se imparte la enseñanza como en las formas de aprendizaje del estudiante. En este tipo de escenario gobernado por las TIC y tecnologías emergentes, y recientemente por ciertas tecnologías convergentes, invita a que el profesor y el estudiante adquieran nuevas habilidades y competencias, que define el profesionalismo y la interacción social y cultural de estos en un mundo cambiante. Esto lleva, como lo señala Márquez (2017, p. 11), a que las tendencias en la educación actual establezcan que el aprendizaje debe ser participativo y colaborativo, y en la que existe a la par otro tipo de aprendizaje de carácter significativo y multimodal. Esto implica el rompimiento de los métodos relacionados con la educación tradicional, con los métodos que involucran el uso de las tecnologías y pedagogías emergentes que actúan como herramientas de apoyo a una educación dinámica, reflexiva, participativa e incluyente.

Visto de esta manera, las metodologías y pedagogías emergentes marcan un nuevo sendero que converge a una

verdadera educación del siglo XXI, en la cual el alumno asume una posición relevante de cara a su formación. En este sentido, la clase invertida es un método ideal que descentraliza el conocimiento del maestro, haciendo partícipe activo al estudiante en su formación y aprendizaje. Este tipo de pedagogía se caracteriza por presentar un escenario educativo en tres estadios: antes, durante y después, tal como se resume en la Figura 1.



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Figura 1, la clase invertida se caracteriza por ser un modelo didáctico emergente, que presenta al profesor y al estudiante un entorno flexible de enseñar y aprender, respectivamente, dentro y fuera del aula de clase, donde recursos digitales de diversa índole entran en juego a favor de la educación.

Una característica especial de la clase invertida es que puede integrarse fácilmente con otros modelos

pedagógicos, al igual que con diversos tipos de aprendizaje, como el móvil, híbrido y ubicuo, entre otros, ampliando de esta manera el uso de las TIC en la educación, y favoreciendo el autoaprendizaje (Márquez, 2019). Desde esta óptica, se pueden implementar y trabajar diversos entornos digitales interactivos con diferentes formatos multimedia, facilitando al profesor el desarrollo y uso de material educativo a la medida.

También la clase invertida permite la integración de diversos tipos de entornos de aprendizaje, en los cuales el profesor dispone de las aulas virtuales y de objetos de aprendizaje diseñados por él o por terceros, para que el alumno desarrolle *e-actividades* mediante el aprendizaje colaborativo y cooperativo, empleando recursos digitales como las MOOC, las redes sociales, las páginas web, la *webapps*, las *apps*, los buscadores temáticos, las RSS, los blogs, las wikis y la teleconferencia, principalmente. Este tipo de escenario abre un sinnúmero de posibilidades para el estudiante, promoviendo por parte del profesor a que no solo sea consumidor de contenidos digitales, sino creador de ellos.

En general, la clase invertida cumple con su cometido con un modelo de educación flexible, sin embargo, hay ciertos temas que requieren que el profesor atienda en su momento, por lo que el estudiante está supeditado a esperar a la siguiente clase o contactar a su profesor por chat, correo electrónico o redes sociales para que le atienda. En esta realidad, entra en juego la inteligencia artificial por medio del uso de los chatbots, transformando el campo de la docencia y presentándose no solo una actualización conceptual, sino que esta va acompañada de la adquisición de nuevas habilidades digitales por parte del profesor.

Chatbots

La educación en los últimos años muestra una tendencia a incorporar en sus recursos digitales sistemas inteligentes, tales como minería de datos, analítica de aprendizaje, ciencia de datos, *big data*, *blockchain* y aprendizaje-máquina, entre otros. Cada uno de estos recursos converge de una u otra manera a experiencias de aprendizaje adaptativas, que llevan a la formación de sistemas educativos inteligentes, en los cuales el uso de los tutores inteligentes parece ser la tendencia.

Los tutores o asistentes inteligentes son una tendencia y están diseñados para diversos contextos de aprendizaje, de ahí que se hable de tutores basados en restricciones, en modelos cognitivos y de diálogo, en los que se emplea el procesamiento de lenguaje natural o NPL. Este tipo de lenguaje se explica con el modelo sobre el cual un sistema informático analiza, comprende y deriva un significado frente a la interacción con el lenguaje humano. Esto ha permitido el desarrollo de sistemas inteligentes que permiten traducir en diferentes idiomas, analizar sentimientos (útiles en redes sociales), reconocer la voz, extraer relaciones e información de dispositivos pertenecientes al internet de las cosas (Chilcañán *et al.*, 2018), entre otros.

Los chatbots son piezas de *software* con inteligencia artificial que suelen estar implementados en diversos dispositivos para múltiples servicios, actuando como agentes o tutores conversacionales específicos. McTear *et al.* (2016) definen un chatbot como un robot capaz de interactuar con uno o más usuarios por medio de

un programa de chat emulando ser un operador o un individuo que interactúa a tiempo real. Existen otros términos asociados a un chatbot como: los *chatterbot*, *chatterbox*, asistentes virtuales, agente personificado y entidad conversacional artificial o ACE (en inglés, Artificial Conversational Entity). Las diferencias están asociadas más al contexto de aplicación que de desarrollo, por ejemplo, los asistentes inteligentes como Siri, Cortana, Alexa, Google Assistant, SIETTE y SIENNA Social, entre muchos otros.

El chatbot se diseña basado en técnicas adaptativas, lo que implica una presentación y soporte de navegación que se ajusten a este requerimiento. Esto lleva a contemplar que existen diferentes tipos de chatbots para necesidades específicas, tales como:

- i) ocio: están diseñados para una interacción humano-máquina amigable, en la cual el objetivo es más conversacional y relajado;
- ii) asistentes: usualmente utilizados en sistemas de mensajería instantánea;
- iii) grupales: son más avanzados, ya que deben interactuar con múltiples usuarios;
- iv) asistentes por marca: empleados en la industria de servicio al cliente;
- v) bots para negocio: se emplean para automatizar tareas de carácter repetitivo, coordinando tareas y recolección de información;
- vi) superbots: están desarrollados para establecer una interacción humano-máquina más íntima, y están dotados con una robusta base de datos como, por ejemplo, Alexa.

Como los bots se diseñan según necesidad propia del cliente o usuario, la información registrada en este sistema debe estar acorde con los temas asociados y a un conjunto de problemas educativos para clarificar, por ende, el análisis que el sistema realice sobre formular soluciones plausibles debe ajustarse permanentemente, al igual que brindar en su momento un soporte colaborativo tanto a estudiantes como a profesores. En términos educativos, y visto de esta manera, como señalan Ocaña *et al.* (2019, p. 547), la interacción máquina-humano se hace cada vez más asequible, con la posibilidad de sugerir al usuario final y generar un cambio de actitud para que este realice cierta actividad que el programa ya decidió como la más relevante.

También el diseño del chatbot debe ceñirse a ciertos aspectos relacionados con un entorno de aprendizaje, entendido en el contexto que se toma en cuenta al tipo de estudiante al que va dirigido, y la selección y organización de la información que el sistema va a trabajar, que deberá estar en consonancia con los objetivos de aprendizaje y competencia. Asimismo, se puede incluir el diseño de algún tipo de actividad didáctica como refuerzo a un tema tratado (Figueiredo *et al.*, 2018). Dicho esto, debe tomarse en cuenta que mientras más herramientas demande el chatbot, más recursos de programación se va a requerir, empezando por la base de datos por crear y entrenar, al igual que el soporte computacional sobre el cual va a funcionar.

La creación de un chatbot puede desarrollarse con diversas herramientas web, tanto libres como propietarias; de estas últimas las mejor valoradas en el mercado en la actualidad son: Drift, Watson Assistant de IBM, Dialogflow

de Google o Intercom, entre otras. Ejemplos de chatbots específicos para entornos educativos son CourseQ (Hernández, 2018), que interactúa con los alumnos acerca de horarios y actividades académicas; EconBot, diseñado para una asignatura particular; y HubSpot y ChatCompose, que permiten personalizar el servicio en español, sumado a que trabajan con NPL.

Sobre los lenguajes de programación para crear un chatbot, los más conocidos son Python, Ruby, JavaScript y PHP. Existen plantillas que facilitan el montaje del chatbot con ciertas limitaciones en cuanto a costos y acceso, como Pandoeabots, Tawk.to, Collect.chat, Chatfuel y Flow XO.

En cuanto a los aspectos para tomar en cuenta para el diseño y desarrollo del chatbot, son:

1. *Propósito.* Asignatura sobre la cual el sistema va actuar como herramienta de ayuda al aprendizaje del estudiante.
2. *Guión y temas.* Definir los temas que va abordar el bot en torno al problema, con el fin de diseñar el guion y los parámetros de la conversación.
3. *Personalidad.* Este es un punto que tiene que ver con el tono y la personalidad que se le debe dar al chatbot, tomando en cuenta la audiencia y el propósito de este. Así, las respuestas se emitirán en un tono formal o informal.
4. *Simulación de diálogos.* Al simular el sistema para establecer la secuencialidad de los temas definidos

y respuestas que conforman a un guion predefinido, se permite asignar nuevas preguntas que actúan como refuerzo al problema base. También se tiene en cuenta la voz del sistema e incluso emoticones para hacerlo más llamativo. Cabe señalar que las conversaciones giran en relación con preguntas cerradas; esto incluye evitar respuestas como Sí o No.

5. *Navegación*. Hace referencia a la forma como el bot navega entre los temas definidos y presenta respuestas precisas. En este punto, se puede trabajar con sistemas que manejen NPL, por ejemplo IBM Watson o Microsoft LUIS, entre otros.
6. *Árboles de conversaciones*. Una vez definidos los temas y las frases mapeadas, se procede a montar los árboles conversacionales, que relacionan las entradas y respuestas de forma automatizada. Se debe tener en cuenta que conforme crece la complejidad del diálogo, se va dificultar hallar el nodo que ejecutó la respuesta.
7. *Información*. En este punto el bot se vale de una base de datos diseñada a la medida o preinstalada, dado el caso.

Con el chatbot implementado en el ambiente educativo, se espera que este ofrezca al estudiante respuestas sobre determinados temas particulares de una asignatura o ambiente de aprendizaje ayudándole a clarificar dudas o inquietudes, que no pueden ser atendidas por el profesor en su momento. Por lo tanto, el objetivo del uso de un chatbot en un entorno educativo converge a proporcionar

al estudiante nuevas experiencias de aprendizaje, en las que no solo se presenta información y contenidos, sino también tareas y actividades de manera interactiva y permanente, lo que permite una comunicación constante entre el estudiante, el sistema y el profesor, según el caso, aclarando que esta herramienta actúa como un recurso complementario a su quehacer docente y no como un sustituto.

Con base en lo anteriormente expuesto, el desarrollo del chatbot se proyecta con el lenguaje Python debido a su flexibilidad en su programación, sumado a bibliotecas que lo soportan con las especificaciones expuestas. Por ejemplo, ChatterBot genera respuestas automáticas a partir de algoritmos de aprendizaje automático, independiente del idioma, empleando para ello el Toolkit (NLTK), entre otros recursos. Cabe señalar que crear una instancia con ChatterBot permite entrenar al bot partiendo de conocimientos previos sobre respuestas específicas. Por lo tanto, el método de entrenamiento se basa en una lista de declaraciones que vienen a representar una conversación. En este sentido, lo que se espera con este sistema es que haga que el estudiante se sienta comprendido y ayudado, proporcionándole información relevante por medio de la solicitud de detalles que permitan dar una respuesta plausible frente una determinada pregunta.

Conclusiones

La educación en sus diferentes niveles y modalidades al integrarse con las TIC y las tecnologías disruptivas como la Inteligencia Artificial (IA), muestra estar evolucionando conforme la tecnología avanza. Desde esta mirada, los chatbots pueden ser considerados como un recurso digital de apoyo a la educación fuera del aula de clase, que marca un nuevo estilo de aprendizaje, en el que se diseñan sistemas adaptativos según las necesidades propias de un modelo educativo, que deriva en la expansión de la educación superior en la que se desarrollan nuevas competencias digitales (Tejada y Pozos, 2018).

La integración de la IA con la educación está definiendo nuevos senderos que el profesor debe recorrer. Esto implica que la capacitación y actualización en educación es fundamental. Los adelantos tecnológicos como el uso de los chatbots combinados con la clase invertida, permiten crear nuevos escenarios formativos en los cuales el profesor crea o adapta soluciones para un aprendizaje flexible y dinámico. La participación del estudiante en su formación mediante la IA, establece un punto de inflexión con respecto a la clase magistral, en la cual este recurso se adopta como un complemento al quehacer docente, en la que se espera que impacte de manera positiva en la vida académica de los estudiantes.

Finalmente, un chatbot actúa como una herramienta de ayuda a la educación personalizada, dinamizando el aprendizaje del estudiante de forma sincrónica y

asincrónica. Esto promueve otro tipo de aprendizajes que pueden ser gestionados o coordinados desde la propia clase invertida. En conclusión, tecnologías como la IA están desempeñando un factor clave en la educación, abriendo nuevos escenarios y transformaciones en las instituciones, en las que la actuación del profesor ante estos lleva al desarrollo de nuevas habilidades y competencias digitales, que derivan en la creación de un nuevo marco formativo para el estudiante.

Bibliografía

- Chilcañán, D., Navas, P. y Escobar, M. (2018). Virtual assistant for IoT process management, using a middleware. Proceedings of the 2018 2nd International Conference on Algorithms, Computing and Systems. ICACS '18, 209-213. <https://doi.org/10.1145/3242840.3242875>
- Figueiredo, P. M., Batista, M. J. y De Lima, V. J. (2018). Sala de aula invertida com apoio de um chatbot: uma alternativa de ensino para potencializar a aprendizagem da matemática. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, (14), 499-503.
- Hernández, N. (2018, 4 de octubre). *Los chatbots: un nuevo recurso para el aula*. *Educación 3.0*. <https://www.educacionrespuntocero.com/noticias/chatbot-un-nuevo-recurso-para-el-aula/>
- Márquez, D. J. E. (2017). Tecnologías emergentes, reto para la educación superior colombiana. *Revista Ingeniare*, 13(23), 35-57. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.2.2882>
- Márquez, D. J. E. (2019). Aprendizaje móvil híbrido invertido como herramienta para la enseñanza de las matemáticas. En *Educación, Ciencia y Tecnologías Emergentes para la Generación del Siglo 21*.
- McTear, M., Callejas, Z. y Griol, D. (2016). *The conversational interface: talking to smart devices*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-329673>
- Tejada, F. J. y Pozos, P. K. V. (2018). Nuevos escenarios y competencias digitales docentes: hacia la

profesionalización docente con TIC. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*. 22(1), 25-51.

Creatividad docente como base para el desarrollo de una cultura investigativa en la Universidad de Cundinamarca

Sandra Milena Melo Perdomo¹⁹

Carlos Arturo Narváez Benavides²⁰

Luisa Johanna Lara Rodríguez²¹

Grupo de Investigación AdCUN

19 Ingeniera financiera con especialización en Gerencia y Administración Financiera, y maestría en Administración de Empresas. <https://orcid.org/0000-0002-7699-5206>

20 Administrador de empresas y negocios internacionales, especialista en Gerencia de Mercadeo, con maestría en Planeación Estratégica, especialidad Gerencia (en proceso de titulación) y maestría internacional en Administración y Dirección de Empresas (en proceso de titulación). <https://orcid.org/0000-0003-4651-3082>

21 Administradora agropecuaria, magíster en Educación, con maestría en Innovación (en curso); actualmente en candidatura para optar por el título de doctora en Bioética. <https://orcid.org/0000-0002-0813-3241>

Resumen

La importancia de la creatividad como rasgo distintivo de la generación de capacidades que propendan por la construcción de una “cultura investigativa” está alineada con los propósitos de una educación para la vida.

El pensamiento creativo es para el investigador un rasgo fundamental en términos de las interpretaciones y lecturas de los contextos y, a su vez, en la transformación de las realidades, que son los retos y desafíos a los que nos enfrentamos a diario.

Los docentes como actores principales del sistema que involucra procesos investigativos y su relación directa con el proceso enseñanza-aprendizaje deben ser sujetos altamente motivados, reflexivos, con capacidad no solo de identificación de problemas, sino de resolución de ellos, con una mentalidad abierta y sensible para identificar posibilidades novedosas, creativas e innovadoras y además promoverlas en sus estudiantes.

Por tanto, la importancia de esta investigación propone establecer esa autopercepción que los docentes infieren en cuanto a sus capacidades creativas y cómo estas sirven para la generación de ellas en sus entornos y aulas. La cultura investigativa entonces es un proceso mediado y articulado por la creatividad, que determina actitudes alternas importantes en el proceso como la comunicación, el agenciamiento del individuo y la autorrealización.

Palabras clave: creatividad, docencia, cultura investigativa

Introducción

La evolución de la realidad, tan rápida, compleja y multidimensional, desde hace años exige cambios en los modelos educativos, sobre todo estrategias que promuevan en mayor medida las actitudes creativas y la generación de ideas enfocadas al desarrollo de una cultura hacia la investigación (González y Matozo, 2013). Entendiendo la investigación como el motor articulador entre el conocimiento y su aplicación efectiva en contextos reales, es decir, traspasar las fronteras de la simple transmisión de conocimientos especializados (Vessuri, 2007)

Pero para desarrollar en los futuros profesionales actitudes creativas, se requiere que los contextos de formación profesional sean gestionados por personal que posea, como rasgo característico propio, la creatividad. Siendo el “rasgo” aquella característica propia de la personalidad de cada individuo, que permite predecir su comportamiento (López *et al.*, 1999).

De allí que la presente investigación se enfoca en la caracterización del rasgo creatividad en los docentes de la Universidad de Cundinamarca, como punto de partida para el desarrollo de una cultura que se enfoque en la investigación, aquella investigación que permite a sus autores ser agentes de cambio en sus contextos sociales y profesionales.

Creatividad y educación

Según Porter (1990), la creatividad debe desarrollarse desde la educación y en la juventud, pues aquel al que se le enseña a ser meramente operativo, con el tiempo será mucho más difícil lograr la generación de un perfil propositivo, que finalmente se traduzcan en la innovación que requieren las organizaciones. Ese es quizás el mayor reto de los docentes hoy en día: quienes siendo formados con las metodologías del pasado, tienen que educar los profesionales del futuro.

Muchos autores han realizado profundas críticas a las dinámicas educativas tradicionales, argumentando que la práctica de la simple transmisión de conocimiento literalmente “mata la creatividad” (Robinson y Aronica, 2015; Amabile, 2005; Goleman *et al.*, 2009), situación que se presenta en todos los niveles educativos. Esto en el aspecto universitario, amplía profundamente la brecha entre lo que se enseña y lo que realmente demandan los contextos, en sus diferentes necesidades sociales y productivas. Prácticas como las evaluaciones memorísticas, el exceso de vigilancia, el uso excesivo de premios, el estímulo excesivo de competencia, el exceso de control y la reducción de alternativas de elección son para Teresa Amabile literales *asesinos de la creatividad* (Goleman *et al.*, 2009).

Esto se convierte en el mayor reto para los docentes, pues no solo tienen la inmensa responsabilidad de motivar la creatividad sino la necesidad de tenerla como rasgo propio para influir en las conductas y fomentar experiencias que realmente motiven en sus estudiantes experiencias

significativas como factor determinante para un verdadero desarrollo de “cultura”. Por tanto, es importante que los docentes tengan plena conciencia de que la creatividad es un rasgo que se puede desarrollar y aprender (Ackoff, 1997).

El concepto de cultura se demarca en los comportamientos y hábitos que enfocan la conducta y las percepciones de una persona hacia respectivas cosas que se asumen como el correcto hacer (Gómez, 2013). Por tanto, fomentar una cultura en la formación universitaria requiere de la existencia de base de rasgos creativos en los actores que deben fomentarla.

Desarrollo

Entendida en el presente trabajo la creatividad como las actitudes y capacidades de una persona para generar nuevas ideas o formas de hacer las cosas, se realiza una investigación aplicada de tipo cualitativo, con base en un instrumento tipo encuesta, aplicada a una muestra representativa de docentes de la Universidad de Cundinamarca.

Se analiza el rasgo de creatividad en los docentes a partir de seis variables, inspiradas en el estudio de Ibáñez (2001), y medidas en un instrumento con preguntas tipo Likert (opciones de 1 a 6, siendo 1 Totalmente de acuerdo y 6 Totalmente en desacuerdo). Adicionalmente, se tiene en cuenta los agregados (sumatorias de varias escalas de

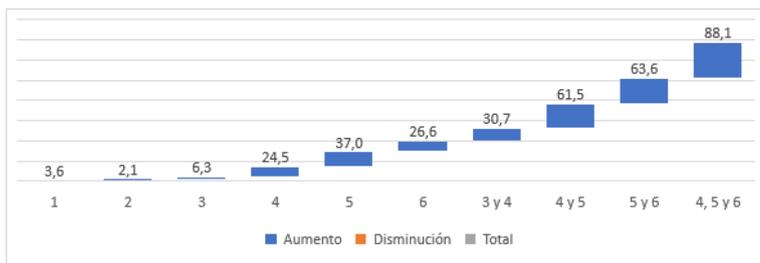
Likert), las cuales permiten observar la concentración de las respuestas entre 2 o 3 opciones de dicha escala. Se resalta que estos resultados forman parte de un macroproyecto llevado a cabo en diferentes sedes de la Universidad, con la intención de medir la cultura emprendedora e investigativa de la comunidad académica. En el macroproyecto se demuestra la asociación de las seis variables incluidas en el instrumento a partir del análisis factorial por ecuaciones estructurales.

Resultados

Creatividad en docentes de la Universidad de Cundinamarca

El análisis de las seis variables medidas sobre la creatividad de los docentes de la Universidad hacia la investigación, permiten acercarse a definir el perfil creativo de ellos en el área.

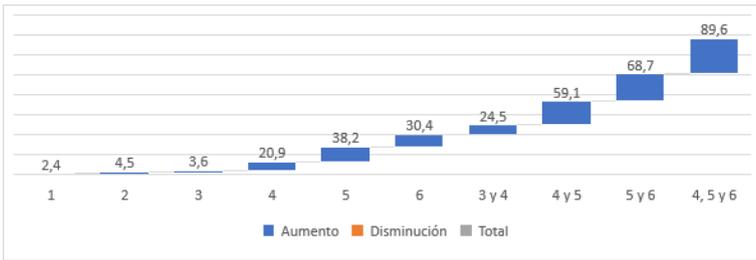
Figura 1. Frecuentemente tengo y pongo en práctica ideas creativas-originales y espontáneas, desarrollando nuevos conocimientos.



Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta la escala de Likert es posible encontrar que en el punto 5 (37%) se encuentra una alta concentración de respuestas de los docentes, sin embargo, en los agregados 4, 5 y 6 (88,1 %) se corrobora que los docentes de la Universidad consideran que aportan ideas creativas u originales para realizar investigación o aportar en los proyectos que están orientando, aspecto fundamental en la producción investigativa.

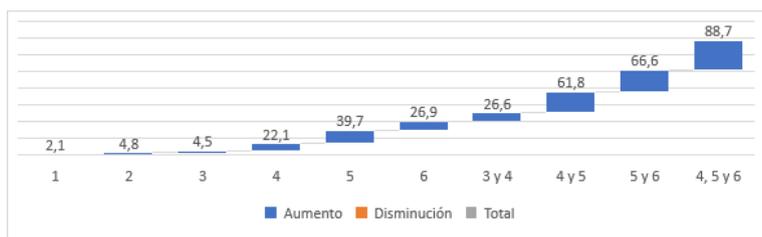
Figura 2. *Me gusta reflexionar, formular y responder preguntas nuevas, divirtiéndome al resolver los problemas y aprendiendo de mis errores.*



Fuente: elaboración propia.

Con base en la Figura 2, se puede identificar que los docentes de la Universidad de Cundinamarca consideran que en las actividades investigativas dedican espacios de reflexión con el objeto de responder a las preguntas de investigación, espacio que disfrutan aprendiendo de los procesos que desarrollan. Especialmente se puede identificar la concentración de respuestas en los agregados 4, 5 y 6 (89,6 %) de la escala de Likert.

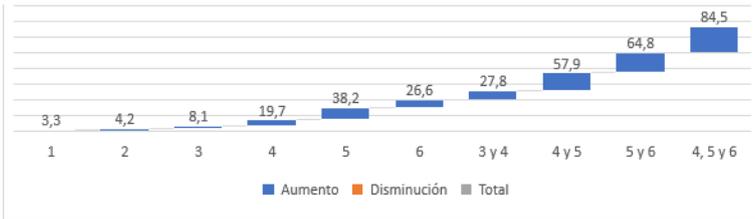
Figura 3. Al poner en duda conocimientos propongo nuevas ideas que implemento para resolver problemas de forma original.



Fuente: elaboración propia.

Ante la afirmación de la Figura 3, se puede observar que con la escala de Likert, especialmente en los agregados 4, 5 y 6 (88,7 %), se puede interpretar que los docentes de la Universidad se consideran como investigadores que propenden por resolver problemas de investigación de forma original, aspecto relevante en el perfil de los investigadores, que les impulse a buscar nuevo conocimiento investigativo que aporte a la creación de nuevo conocimiento.

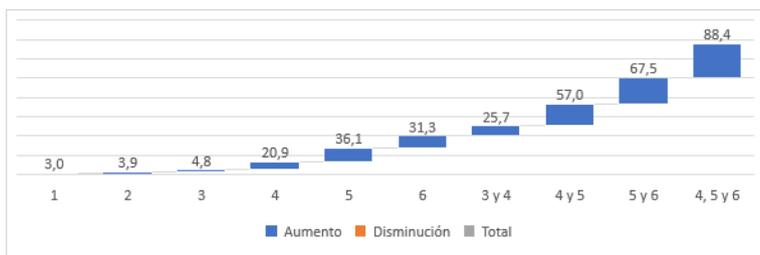
Figura 4. *Se me reconoce como persona perceptiva y creativa en mi trabajo o estudio ante situaciones complejas.*



Fuente: elaboración propia.

En la escala de Likert, se identifica que la mayor concentración de respuestas de los docentes se encuentra en los agregados 4, 5 y 6 (84,5 %), quienes se consideran como investigadores perceptivos y creativos en la construcción y el desarrollo de los proyectos de investigación que apoya, criterios relevantes en la cultura investigativa de la Universidad de Cundinamarca y que se requiere que la institución propenda por mantener y fortalecer.

Figura 5. *Me apasiona lo diferente e imaginativo, me adapto a los cambios y me gusta el simbolismo y expresarme claramente.*



Fuente: elaboración propia.

Con base en la Figura 5, se observa que los docentes de la Universidad de Cundinamarca, especialmente en los agregados 4, 5 y 6 (88,4 %) de la escala de Likert, se consideran como investigadores apasionados para aportar en las actividades investigativas, de forma clara, con creatividad e imaginación, además de facilidad para ajustarse a los cambios en investigación que se puedan presentar.

Figura 6. *Hago propuestas espontáneas e ingeniosas que puedan implicar riesgos superables con perseverancia.*



Fuente: elaboración propia.

Según la escala de Likert, se encuentra que la mayor concentración de respuestas de los docentes está en los agregados 4, 5 y 6 (84,5 %); así, los docentes consideran que son ingeniosos y espontáneos en el desarrollo de los proyectos de investigación que apoyan, y que ante riesgos de investigación que pueden presentarse, los pueden superar gracias a la perseverancia que desarrollan, aspectos que son importantes en los investigadores en general para el cumplimiento de los objetivos de investigación.

Figura 7. Promedio de las variables.

Fuente: elaboración propia.

Con base en el rasgo de creatividad en los docentes de la Universidad de Cundinamarca, el análisis permite definir el perfil creativo de los docentes a través de los promedios de cada una de las variables medidas. Para empezar, se destaca que las seis variables presentan promedios por encima de 4,6, los cuales pueden denominarse altos teniendo en cuenta que el planteamiento de la investigación considera que el trabajo para desarrollar más el rasgo de creatividad se enfocan en reducir la distancia entre el valor máximo (6) en la escala de Likert y el promedio.

Tabla 1. Creatividad en docentes.

	1. Frecuentemente tengo y pongo en práctica ideas creativas-originales y espontáneas, desarrollando nuevos conocimientos.	2. Me gusta reflexionar, formular y responder preguntas nuevas, divirtiéndome al resolver los problemas y aprendiendo de mis errores.	3. Al poner en duda conocimientos propongo nuevas ideas que implemento para resolver problemas de forma original.	4. Se me reconoce como persona perceptiva y creativa en mi trabajo o estudio ante situaciones complejas.	5. Me apasiona lo diferente e imaginativo, me adapto a los cambios y me gusta el simbolismo y expresarme claramente.	6. Hago propuestas espontáneas e ingeniosas que puedan implicar riesgos superables con perseverancia.	Participaciones % verticales
1	3,6	2,4	2,1	3,3	3,0	2,1	2,7
2	2,1	4,5	4,8	4,2	3,9	4,5	4,0
3	6,3	3,6	4,5	8,1	4,8	9,0	6,0
4	24,5	20,9	22,1	19,7	20,9	23,0	21,8
5	37,0	38,2	39,7	38,2	36,1	37,9	37,9
6	26,6	30,4	26,9	26,6	31,3	23,6	27,6
3 y 4	30,7	24,5	26,6	27,8	25,7	31,9	27,9
4 y 5	61,5	59,1	61,8	57,9	57,0	60,9	59,7
5 y 6	63,6	68,7	66,6	64,8	67,5	61,5	65,4
4, 5 y 6	88,1	89,6	88,7	84,5	88,4	84,5	87,3
Total	100	100	100	100	100	100	100
Promedio	4,7	4,8	4,7	4,7	4,8	4,6	

Fuente: encuestas a docentes y cálculos de autores.

El perfil creativo en los docentes se evidencia más fuerte en las variables 2 y 5, las cuales se enfocan en las características indagativas y propositivas de la creatividad, lo que comprueba la característica innata en los docentes de estar permanentemente construyendo nuevas formas de realizar su trabajo.

Se encuentra entonces que la creatividad es un rasgo fuerte en los docentes de la Universidad de Cundinamarca, factor importante al momento de diseñar políticas orientadas al fortalecimiento de una cultura investigativa. Sin embargo, es importante aclarar que las políticas de formación deben complementar la presencia de este importante rasgo con la orientación hacia un enfoque que promueva la indagación, la búsqueda de necesidades en el medio y la resolución de problemas del entorno. Teniendo en cuenta la perspectiva de Kahneman (1997), en la cual la autopercepción puede subestimarse en el análisis de variables inmersas en escenarios de incertidumbre, es posible asegurar que los docentes de la Universidad cuentan con un perfil creativo mucho mayor al del análisis estadístico que se presenta.

Conclusiones

De las variables que se analizan en relación con la creatividad en investigación de los docentes de la Universidad de Cundinamarca, es posible identificar que ellos se consideran como proactivos en la búsqueda de nuevo conocimiento, por lo cual se ven como creativos e ingeniosos que pueden poner en práctica ideas originales sobre las propuestas y los proyectos que realizan y aunque

son capaces de asumir riesgos, prefieren que estos puedan ser controlables o confían que se puedan superar con el trabajo esforzado y concienzudo que realizan, aspecto que es importante en búsqueda del cumplimiento de los objetivos de investigación y rasgos característicos de investigadores con una buena cultura investigativa.

Otra característica que se identifica en la creatividad en la investigación, hace referencia a la habilidad de evaluarse a sí mismos, valorar los conocimientos adquiridos y propender por asimilar nuevos que les permitan la resolución de problemas en sus investigaciones con creatividad y originalidad, y para ello plantean diferentes perspectivas como base ante situaciones de investigación complejas.

El perfil de los docentes de la Universidad de Cundinamarca, con base en el rasgo de Creatividad, se enmarca principalmente por la pasión que tienen por la investigación, y la habilidad de reflexionar ante los problemas de investigación identificados y quienes buscan responder a las preguntas planteadas con creatividad, y aunque se puedan llegar a cometer errores en el proceso, lo disfrutan porque es parte del aprendizaje investigativo; por ello, se puede facilitar la adaptación a los posibles cambios que se puedan presentar.

Bibliografía

- Ackoff, R. (1997). *El arte de resolver problemas*. Limusa-Noriega Editores.
- Amabile, T. (2005). Cómo matar la creatividad. En H. B. Review, *Creatividad e Innovación* (pp. 1-32). Deusto.
- Banco Mundial. (2003). *Construir sociedades de conocimiento: nuevos desafíos para la educación terciaria*. Banco Mundial y Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.
- COTEC. (2007). *La persona, protagonista de la innovación*. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.
- Devia Pineda, J. (2012). La creatividad en la investigación. *Revista Universidad EAFIT*, 26(78), 75-84. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1550>
- Flanders, N., Fishbein, M. y Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: an introduction to theory and research*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Goleman, D., Kaufman, P. y Ray, M. (2009). *El espíritu creativo*. Zeta.
- Gómez Roldán, I. y García Norato, O. (2018). *Cultura Emprendedora empresarial*. Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá.
- Gómez, I. (2013). *Innovación y cultura organizacional*. Tesis doctoral, UNED, Madrid (España). <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=tesisuned:CiencEcoEmp-lgomezysID=Documento.pdf>

- González, S. y Matozo, E. (2013). *Creatividad e innovación aplicadas al desarrollo emprendedor*. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- Ibáñez, M. (2001). *Actitudes emprendedoras de los estudiantes universitarios de la CAPV*. Tesis doctoral, Universidad de Deusto, Bilbao (España).
- Kahneman, D. (1997). *Atención y esfuerzo*. Biblioteca Nueva.
- Krauss, C. (2011). Actitudes emprendedoras de los estudiantes universitarios: el caso de la Universidad Católica de Uruguay. *Dimensión Empresarial*, 28-40.
- Liouville, J. (2002). *La fonction d'entrepreneur. Schumpeter revisite*. Academie de l'Entrepreneuriat, Bourdeux (Francia). Les actes du 2e congres.
- López, J., Ortíz Alonso, T. y López, M. (1999). *Lecciones de psicología médica. Personalidad desde la teoría de los rasgos*. Masson.
- Morcillo Ortega, P., Rodríguez Pomedá, J., Luque de la Torre, M., Cervera Oliver, M. y Camacho Mancilla, C. (2003). *Gestión del conocimiento en universidades y organismos públicos de investigación*. Consejería de Educación. Comunidad de Madrid, España.
- Nagles, G. N. (2007). La gestión de conocimiento como fuente de innovación. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 77-87.
- Peluffo Argón, M. (2010). Gestión del conocimiento tácito, buenas prácticas y lecciones aprendidas en la internacionalización universitaria. *Revista de Innovación Educativa*, 10(51), 43-55.
- Pineda Serna, L. (2013). Prospectiva estratégica en la gestión del conocimiento: una propuesta para los

- grupos de investigación colombianos. *Investigación y Desarrollo*, 21(1), 282-311.
- Porter, M. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, 73-91.
- Robinson, K. y Aronica, L. (2015). *Escuelas creativas. La revolución que está transformando la educación*. Grijalbo.
- Robinson, P. (1987). *Prediction of entrepreneurship based on an attitude consistency model*. Tesis doctoral, University of Brigham Young, Provo, Utah (EE. UU.).
- Romo González, A., Villalobos Alonzo, M. y Guadalupe Arias, L. (2012). Gestión del conocimiento: estrategia para la formación de investigadores. *Sinéctica*, (38), 1-20.
- Rubiralta Alcañiz, M. (2004). *Transferencia a las empresas de la investigación universitaria. Descripción de modelos europeos*. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid (España).
- Soubal Caballero, S. (2008). La gestión del aprendizaje. *Polis, Revista Latinoamericana*, (21), 1-23. <http://journals.openedition.org/polis/2955>
- Topete Barrera, C., Bustos Farías, E. y Bustillos Ramos, E. (2012). Gestión del conocimiento para promover la productividad académica de los institutos tecnológicos en la sociedad del conocimiento. *Sinéctica*, (38), 1-15. <http://www.scielo.org.mx/pdf/sine/n38/n38a5.pdf>
- Vessuri, H. (2007). La formación de investigadores en América Latina. En J. Sebastian, *Claves del desarrollo científico y tecnológico de América Latina* (pp. 1-36). Fundación Carolina, Madrid (España).

Villagrán, C. (1991). Creatividad e investigación sobre la comunicación. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 36(144), 27-38.

Zetter Leal, J. (2004). Reseña de "Facilitar la creación del conocimiento. Cómo desentrañar el misterio del conocimiento". *Biblioteca Universitaria*, 7(2), 191-192.

Anexo

Encuesta

Estimados docentes: las facultades y la Dirección de Investigación están interesadas en conocer ciertos aspectos de interés, por lo cual le invita a usted a participar en el diligenciamiento de la presente encuesta. No hay respuestas buenas ni malas, o respuestas mejores que otras.

Responda teniendo en cuenta: Total Desacuerdo (1), Bastante Desacuerdo (2), Parcial Desacuerdo (3), Parcial Acuerdo (4), Bastante Acuerdo (5) y Total Acuerdo (6).

Creatividad e innovación

1. Frecuentemente tengo y pongo en práctica ideas creativas-originales y espontáneas, desarrollando nuevos conocimientos.
2. Me gusta reflexionar, formular y responder preguntas nuevas, divirtiéndome al resolver los problemas y aprendiendo de mis errores.
3. Al poner en duda conocimientos propongo nuevas ideas que implemento para resolver problemas de forma original.
4. Se me reconoce como persona perceptiva y creativa en mi trabajo o estudio ante situaciones complejas.
5. Me apasiona lo diferente e imaginativo, me adapto a los cambios y me gusta el simbolismo y expresarme claramente.
6. Hago propuestas espontáneas e ingeniosas que puedan implicar riesgos superables con perseverancia.

Digestibilidad in vivo, rendimiento en canal y peso del tracto digestivo de conejos en engorde alimentados con acacia negra (*Acacia decurrens*) en dos presentaciones

Tatiana Yeraldín Ladino Martínez²²

Adriana Paola Cuevas Montaña²³

Javier Eduardo Cortés Cortés²⁴

22 Zootecnista de la Universidad de Cundinamarca, profesional independiente. <https://orcid.org/0000-0002-1495-664X>, tladino@ucundinamarca.edu.co

23 Zootecnista de la Universidad de Cundinamarca, profesional independiente. <https://orcid.org/0000-0001-6998-4800>, apcuevas@ucundinamarca.edu.co

24 Zootecnista de la Universidad de La Salle. Magíster Scientiae en Producción Animal con Énfasis en Nutrición de Rumiantes de la Universidad Nacional de Colombia. Docente investigador de la Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0003-11284304>, jecortes@ucundinamarca.edu.co

Resumen

El conejo es una especie animal que posee ventajas para su producción, y se destaca su prolificidad y rápido ciclo de producción. Adicional a esto, por ser un animal herbívoro puede ser alimentado con recursos forrajeros locales. Todo esto lo convierte en una alternativa que campesinos y pequeños productores implementan en su alimentación. Por otro lado, la ubicación en la región tropical permite la existencia de una gran cantidad de forrajes de buena calidad que pueden ser usados en su alimentación. A pesar de esto, es poco el conocimiento que se tiene sobre el uso de acacia negra (*Acacia decurrens*) en cuanto a su digestibilidad en conejos y los resultados que puede tener en rendimiento en canal y su efecto sobre el peso del tracto digestivo.

Para contribuir al conocimiento de estos aspectos, se seleccionaron 16 conejos en engorde los cuales se asignaron a tres tratamientos. T0: Alimento balanceado, T1: Alimento balanceado + acacia semideshidratada y T2: Alimento balanceado + Bloque multinutricional elaborado con acacia. En estos tratamientos se determinó la digestibilidad *in vivo* de la materia seca, el rendimiento en canal y el peso del tracto digestivo y sus porciones. Se encontró que el suministro de acacia redujo el rendimiento en canal, a pesar de que en estos tratamientos se presentó mejor digestibilidad. Los pesos de las porciones del tracto digestivo no se vieron afectados por la dieta a excepción del ciego, el cual tuvo mayor peso con el suministro de concentrado en comparación con el bloque multinutricional.

Abstract

The rabbit is an animal species that has advantages for its production, highlighting its prolificity and rapid production cycle. In addition to this, being a herbivorous animal it can be fed with local forage resources. All this makes it an alternative that farmers and small producers implement in their diet. On the other hand, the location in the tropical region allows the existence of a large quantity of good quality forages that can be used in feeding. Despite this, little is known about the use of black acacia (*Acacia decurrens*) in terms of its digestibility in rabbits and the results it can have on carcass performance and its effect on the weight of the digestive tract. To contribute to the knowledge of these aspects, 16 fattening rabbits were selected which were assigned to three treatments. T0: Balanced feed, T1: Balanced feed + semi-dehydrated acacia and T2: Balanced feed + Multinutritional block made with acacia. In these treatments, the *in vivo* digestibility of the dry matter, the carcass yield and the weight of the digestive tract and its portions were determined. It was found that the supply of acacia reduced the carcass yield, despite the fact that in these treatments better digestibility was presented. The weights of the portions of the digestive tract were not affected by the diet except for the cecum, which had greater weight with the supply of concentrate compared to the multinutritional block.

Introducción

El conejo ha sido una fuente de alimento muy consumida por pequeños productores y campesinos colombianos, esto se debe a las ventajas que presenta para su crianza y cuidado. Al ser un animal herbívoro que realiza cecotofia puede aprovechar eficientemente fuentes alimenticias de bajo costo como los forrajes. Adicional a esto, su prolificidad y ciclo corto de producción lo hace una muy buena alternativa en la producción de pancoger, contribuyendo de esta manera a la seguridad alimentaria de poblaciones rurales.

Por otra parte, la ubicación geográfica de Colombia otorga una gran diversidad de fuentes forrajeras de buena calidad que pueden usarse en la alimentación de esta especie. Varios trabajos reportan resultados positivos en el desempeño productivo de conejos alimentados con forrajes (Castaño y Cardona, 2015; Gómez y Arboleda, 2017; Soto, 2017; Jaramillo, 2019), que, como característica común, se trata se especies forrajeras de muy buena calidad nutricional. Esta calidad nutricional se representa en el contenido de nutrientes, la digestibilidad y la disponibilidad (producción de biomasa). Sin embargo, es poco el conocimiento sobre la calidad nutricional de forrajes de clima frío, específicamente para conejos y cuál es el efecto en el rendimiento en canal de estos animales.

La acacia negra (*Acacia decurrens*) es un árbol leguminoso de origen australiano ampliamente distribuido en zonas subtropicales y tropicales. En Colombia se encuentra

en altitudes superiores a 2200 m s. n. m. Se reproduce fácilmente por semilla sexual y ha sido ampliamente estudiado como alimento de animales rumiantes. A pesar de que tiene contenido de algunos metabolitos secundarios (taninos y saponinas), puede ser usado en la alimentación de monogástricos como parte de la ración.

De esta manera se realizó un ensayo con el objetivo de determinar la digestibilidad *in vivo* de la materia seca, el rendimiento en canal y el pesaje del tracto digestivo de conejos en engorde como una contribución al conocimiento sobre el uso de recursos forrajeros de clima frío en la alimentación de esta especie.

Palabras clave: acacia, digestibilidad, calidad, conejos, canal

Keywords: Acacia, Digestibility, Quality, Feeding, Carcass

Desarrollo

Materiales y metodos

Animales y manejo

Para el proceso experimental se utilizaron 12 conejos de la raza Nueva Zelanda con 60 días de edad, con un peso inicial promedio de 1,28 kg ($\pm 0,1$) los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en los tratamientos. Los animales fueron alojados individualmente en jaulas dotadas de bebederos y comederos. El alimento se suministró una vez al día (7:30 a. m.) y se garantizó el suministro permanente de agua limpia y fresca.

El período experimental tuvo una duración de tres semanas, de las cuales dos se usaron para el acostumbramiento previo, en el cual se suministró el alimento correspondiente para cada tratamiento, con el fin de realizar una adecuada transición en el cambio de alimentación y así determinar, con base en el consumo, la restricción de alimento balanceado para cada tratamiento, la cual se estimó para una oferta de 50g/100g MS de alimento balanceado y 50g/100g MS de la acacia para cada presentación (deshidratada o BMN).

Tratamientos

Los tratamientos se conformaron así:

T0 (control): alimentado a base de concentrado comercial.

T1: acacia negra parcialmente deshidratada + concentrado comercial.

T2: bloque multinutricional elaborado con acacia negra + concentrado comercial.

VARIABLES DETERMINADAS

Del período experimental, dos semanas se usaron como adaptación a las dietas. Durante la última semana se registró el peso del alimento ofrecido, el rechazado y de las heces totales de cada individuo, para determinar la digestibilidad *in vivo* de la materia seca (método directo).

Al finalizar la fase experimental, dos conejos por tratamiento escogidos aleatoriamente fueron sacrificados para determinar el rendimiento en canal y la longitud y el peso de las diferentes porciones de tracto digestivo (esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso, ciego), páncreas e hígado.

DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Este experimento se realizó con un diseño completo al azar. Una vez obtenidas las variables respuesta, se realizaron

pruebas de normalidad de distribución de los datos (test de Shapiro-Wilk) y de homocedasticidad (prueba de Levene). Una vez comprobados estos supuestos, se analizó la varianza y en los casos necesarios se comparó medias por medio del test de Tukey (Gabriel *et al.*, 2017). Todos los análisis se hicieron por medio de la herramienta Real Statistics de Excel.

Resultados

La composición nutricional del material cosechado muestra niveles de proteína adecuados, los cuales son muy cercanos a lo reportados por otros autores (Carvajal *et al.*, 2012; Medrano, 1999). Asimismo, el contenido de fibra (FDN y FDA) corresponde a las características de una leguminosa (Tabla 1). También se observó que tiene presencia de taninos condensados e hidrolizables, estos polifenoles tienen la capacidad de quelar otros nutrientes como carbohidratos, proteínas y minerales, afectando la fermentación en el tracto gastrointestinal, lo que puede impactar la actividad cecal. Sin embargo, este efecto depende de la concentración en la ración, entre otros factores.

Tabla 1. *Composición nutricional de la Acacia decurrens.*

Componente	Contenido
Materia seca total (g/100g MH)*	31,32
Proteína cruda (g/100g MS)**	17,55
Ceniza (g/100g MS)	5,03
Extracto etéreo (g/100g MS)	5,16
FDN (g/100g MS)	42,63
FDA (g/100g MS)	19,75
Taninos totales (g/100g MS)	25,88
Taninos condensados (g/100g MS)	3,48
Almidón total (g/100g MS)	6,11
Carbohidratos no estructurales (g/100g MS)	11,83
Calcio (g/100g MS)	0,61
Fósforo (g/100g MS)	0,07
Magnesio (g/100g MS)	0,16

* MH: material húmedo.

** MS: materia seca.

FDN: fibra insoluble en detergente neutro.

FDA: fibra insoluble en detergente ácido.

La composición nutricional de las dietas usadas en este experimento muestra que presentan contenidos de proteína cercanos entre sí (Tabla 2). Los contenidos de fibra para el caso de los alimentos a base de forraje son mayores al contenido presente en el alimento balanceado.

Tabla 2. *Composición nutricional de los alimentos utilizados en el experimento.*

Nutriente	Alimento balanceado	Acacia	Bloque
MS (g/100g MH*)	87,0	31,3	90,6
PC (g/100g MS**)	18,0	17,6	18,0
FC (g/100g MS)	14,0	19,7	18,1
EE (g/100g MS)	2,0	5,1	3,9
Cenizas (g/100g MS)	12,0	5,3	15,9

* MH: material húmedo.

** MS: materia seca.

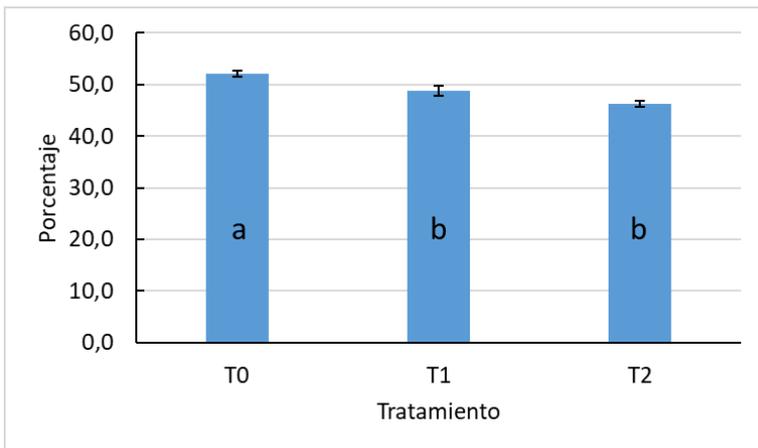
Rendimiento en canal

Los resultados de índice de rendimiento en canal revelaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P < 0,05$), observando que el tratamiento control fue

mucho mayor en comparación con los tratamientos 1 y 2, en un 6,8 y 12,8 %, respectivamente (Figura 1).

Algo muy similar fue lo revelado en el trabajo realizado por Bernés (2014), en el cual se demostró que hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($P = 0,002$), y se obtuvo un menor valor promedio del tratamiento 3 (30 % de sustitución con forraje fresco de nacedero) con respecto a los tratamientos 1 (alimento concentrado) y 2 (15 % de sustitución con forraje fresco de nacedero).

Figura 1. *Porcentaje rendimiento en canal de conejos alimentados con alimento balanceado y acacia negra con dos formas de ofrecimiento (letras diferentes entre columnas indican diferencias estadísticas significativas, $P < 0,05$).*

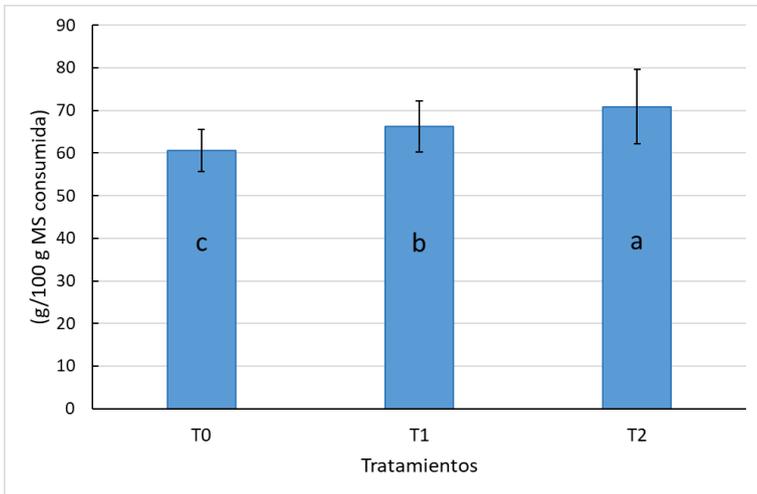


Digestibilidad *in vivo* de la materia seca

La digestibilidad *in vivo* de la materia seca mostró diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) entre las tres dietas evaluadas, siendo mayor para la dieta con alimento balanceado + bloque multinutricional en un 7,1 % con relación a la dieta de alimento balanceado + acacia y en un 17 % a la dieta control (alimento balanceado). A su vez, la dieta conformada por alimento balanceado + acacia deshidratada presentó una digestibilidad superior ($P < 0,05$) a la del alimento balanceado suministrado en el tratamiento control en un 9,2 % (Figura 2).

La mayor digestibilidad observada en el tratamiento alimento balanceado + bloque multinutricional puede ser atribuido al tipo de fibra aportada, teniendo en cuenta que el aporte de fibra calculado para este tratamiento fue de 18 % con base en la materia seca. Lo revelado en este ensayo concuerda con lo expresado por Levas (1992), quien afirma que la digestibilidad de la fibra está condicionada a la cantidad de suministro de esta, puesto que una mayor digestibilidad significa un menor efecto en la alimentación de conejos de engorde. Los valores de fibra estimados oscilan entre el 17,7 % y 18 %, y cuando los valores superan el 18 % no se atribuye el efecto de la fibra a la mortalidad de los conejos en etapa de engorde, pero sí se asocia con una reducción del aporte de proteínas digeribles, que conduzcan a un adecuado mantenimiento y desarrollo de los animales en etapa de engorde.

Figura 2. Digestibilidad in vivo de la materia seca (g/100g de MS consumida) en conejos alimentados con balanceado y acacia negra en dos formas de ofrecimiento (letras diferentes entre columnas indican diferencias estadísticas significativas, $P < 0,05$).



Peso de las porciones del tracto

Al analizar los resultados obtenidos en el peso de las diferentes porciones del tracto digestivo (Tabla 3), se evidenció que la única porción en la cual hubo diferencias estadísticas significativas fue en el peso del ciego, el cual fue significativamente mayor para el tratamiento control ($P < 0,05$), lo cual se relaciona con la dieta que presentó menor contenido de fibra. Esto puede indicar que la fermentabilidad de la dieta es una característica que afecta el tamaño de este órgano. Es bien conocido que la

fermentabilidad de una ración depende de la concentración de fibra, particularmente de lignina (Krieg *et al.*, 2012) y de la presencia de metabolitos secundarios (Abu Hafsa *et al.*, 2016) que inhiben la actividad enzimática bacteriana; en este caso las dietas con aporte de acacia presentan mayor contenido de fibra y la presencia de taninos.

Tabla 3. *Peso y proporciones del tracto digestivo y sus porciones, con y sin lavar de conejos en engorde alimentados con concentrado y acacia negra en dos presentaciones.*

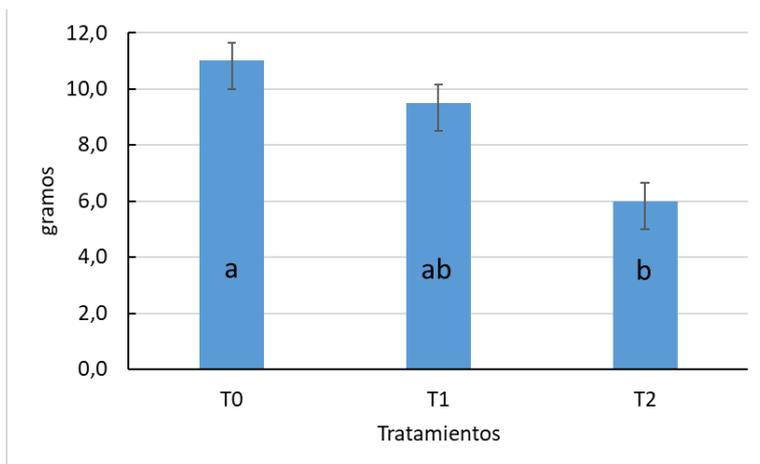
Porción	TT0S	Peso sin lavar (g)	%	Peso lavado (g)	%
Tracto digestivo completo	T0	482,5 ± 21,9	100	241 ± 36,8	100
	T1	482,5 ± 20,5	100	200 ± 12,7	100
	T2	492,0 ± 33,9	100	201,5 ± 26,2	100
Esófago	T0	2,0 ± 0,0	0,4	0,5 ± 0,0	0,8
	T1	1,5 ± 0,7	0,3	0,3 ± 0,7	0,8
	T2	2,0 ± 1,4	0,4	0,4 ± 1,4	1,0
Estómago	T0	90,0 ± 14,1	18,7	26,5 ± 0,7	11,0
	T1	94,0 ± 12,7	19,5	29,5 ± 2,1	14,8
	T2	119,5 ± 3,5	24,3	28,0 ± 2,8	13,9

Intestino delgado	T0	78,5 ± 3,5	16,3	54,5 ± 4,9	22,6
	T1	67,5 ± 12,0	14	41,5 ± 2,1	20,8
	T2	101,5 ± 16,3	20,6	47,0 ± 4,2	23,3
Intestino grueso	T0	185,5 ± 31,8	38,4	86,0 ± 22,6	35,7
	T1	225,5 ± 2,1	46,7	72,5 ± 13,4	36,3
	T2	198,5 ± 53,0	40,3	71,5 ± 14,8	35,5
Ciego *	T0	11,0 ± 1,4 a	2,3	7,5 ± 0,7	3,1
	T1	9,5 ± 0,7 ab	2	6,5 ± 0,7	3,3
	T2	6,0 ± 0,0 b	1,2	4,0 ± 1,4	2,0
Hígado	T0	63,5 ± 7,8	13,2	63,5 ± 7,8	13,2
	T1	47,5 ± 0,7	9,8	47,5 ± 0,7	9,8
	T2	47,4 ± 4,9	9,7	47,4 ± 4,9	9,7
Páncreas	T0	1,0 ± 0,0	0,2	1,0 ± 0,0	0,2
	T1	1,0 ± 0,0	0,2	1,0 ± 0,0	0,2
	T2	1,5 ± 0,7	0,3	1,5 ± 0,7	0,3

En el trabajo realizado por Castaño y Cardona (2015) se hizo un pesaje total del tracto digestivo, sin diferenciar porciones y se observó que el uso de forraje sugiere un aumento en el tamaño del tracto digestivo, el cual no tuvo lugar para el experimento, puesto que no se vio afectado el peso del intestino ni de las vísceras. Recomiendan además desarrollar el análisis de medida y peso para el ciego, ya que su medida resulta importante para determinar el efecto de los forrajes sobre el tamaño del ciego.

En la Figura 3 se resaltan los resultados observados para el peso del ciego sin lavar, en el que la dieta a base de alimento balanceado comercial presenta un peso significativamente mayor a lo observado en el tratamiento en el cual se suministró acacia como parte de un bloque multinutricional.

Figura 3. *Peso del ciego de conejo en engorde alimentados con balanceado y acacia negra en dos formas de ofrecimiento (letras diferentes entre columnas indican diferencias estadísticas significativas, $P < 0,05$).*



Conclusiones

La acacia negra es un recurso alimenticio de buena calidad que contribuye a mejorar la digestibilidad *in vivo* de la materia seca, lo que puede favorecer su utilización en la alimentación de conejos. Sin embargo, no favorece una adecuada deposición de nutrientes en la canal, por lo cual se ve reducido el rendimiento.

El contenido de taninos de la acacia negra posiblemente reduce la actividad fermentativa en el ciego, lo cual hizo que esta porción del tracto digestivo presentara menor peso. Adicionalmente, esta menor actividad cecal puede relacionarse con una menor disponibilidad de nutrientes asimilables por el animal, lo que resultaría en un menor rendimiento en canal.

Bibliografía

- Abu Hafsa, S. H., Salem, A. Z. M., Hassan, A. A., Kholif, A. E., Elghandour, M. M. Y., Barbosa, A. y López, S. (2016). Digestion, growth performance and caecal fermentation in growing rabbits fed diets containing foliage of browse trees. *World Rabbit Science*, (24), 283-293.
- Castañó, G. y Cardona, J. (2015). Engorde de conejos alimentados con *Tithonia diversifolia*, *Trichanthera gigantea* y *Arachis pintoi*. *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica*, 18(1), 147-154.
- Carvajal, T., Lamela, L. y Cuesta, A. (2012). Evaluación de las arbóreas *Sambucus nigra* y *Acacia decurrens* como suplemento para vacas lecheras en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Pastos y Forrajes*, 35(4), 417-430.
- Gabriel, J., Castro, C., Valverde, A. e Indacochea, B. (2017). *Diseños experimentales: teoría y práctica para experimentos agropecuarios*. Ecuador, Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manab' (UNESUM), Jipijapa.
- Gómez, L. y Arboleda, J. (2017). *Evaluación de dietas con forrajes nativos para ceba de conejos en el norte del Valle*. Universidad de Manizales.
- Jaramillo, A. H. (2019). *Evaluación de dos especies arbóreas: sauco (Sambucus nigra) y acacia (Acacia decurrens) en la alimentación animal*. SENA, Centro de Biotecnología Agropecuaria, Mosquera (Cundinamarca).

- Krieg, R., Martienssen, M. y Zentek, J. (2012). *Effect of the ratio lignin to cellulose (ADF-ADL) on caecal fermentation, gut morphology and performance of rabbits around weaning*. Proceedings 10th World Rabbit Congress - September 3-6, 2012 - Sharm El-Sheikh, Egypt (pp. 685-689).
- Medrano, J. (1999). *Evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas silvopastoriles del trópico de alturas*. Informe técnico final. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) - Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA). Pasto, Nariño.
- Soto, A. B. (2015). *Respuestas productivas de conejos alimentados con follaje fresco de nacedero (Trichanthera gigantea, Lamiantes: Aconthaceae)*. Costa Rica.

Diseño y simulación de un sistema híbrido de generación de energía eléctrica (SHGEE) para abastecer un sistema de acuaponía en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca

Karen Alejandra Venegas Cárdenas

<https://orcid.org/0000-0002-2101-5434>

Daniela Alejandra Marles Caicedo

<https://orcid.org/0000-0003-2553-8563>

Fáider Humberto Barrero Sánchez

<https://orcid.org/0000-0002-2636-0405>

Resumen

El propósito del proyecto es diseñar y simular un sistema híbrido de generación de energía eléctrica (SHGEE) que permita satisfacer parcialmente la demanda energética de un sistema de acuaponía (que integra la hidroponía y la acuicultura), el cual se realizará en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca. El proyecto está conformado por cuatro fases. Durante la primera fase se obtuvo la información de bases de datos confiables que puedan contribuir en el diseño del sistema y toda la normatividad necesaria. En la segunda fase se realizó un estudio de cargas que permitió establecer los criterios de diseño y estimar el ciclo de vida útil del sistema, además se realizaron varias simulaciones del sistema híbrido que permitieron evaluar las características de funcionamiento. Para la tercera fase se implementó una aplicación móvil para dimensionar sistemas fotovoltaicos pequeños. Y para la última fase se redactará un artículo en el cual se expondrá el diseño, la implementación y los resultados del sistema desarrollado, con el fin de participar en una ponencia nacional o internacional.

Abstract

The purpose of the project is to design and simulate a hybrid electrical power generation system (SHGEE) that allows partially meeting the energy demand of an aquaponics system (which integrates hydroponics and aquaculture), which is carried out in the municipality of Fusagasugá, Cundinamarca. The project consists of four phases: During the first phase, information was obtained from reliable databases that can contribute to the design of the system and all the necessary regulations. In the second phase, a study of loads was carried out that established the design criteria and estimated the useful life cycle of the system, in addition, several simulations of the hybrid were carried out that allowed evaluating the operating characteristics. For the third phase, a mobile application was implemented to size small photovoltaic systems. And for the last phase, an article will be carried out where the design, implementation and results of the developed system will be presented, in order to participate in a presentation at a national or international level.

Palabras claves: energías alternativas, sistema híbrido, sistema acuapónico, sistema autosostenible

Keywords: Alternative energies, Hybrid system, Aquaponic system, Self-sustaining system

Introducción

En Fusagasugá, Cundinamarca, la temperatura generalmente varía de 13 °C a 25 °C y rara vez baja a menos de 10 °C o sube a más de 27 °C (Weather Spark, 2020). Durante junio y hasta mediados de septiembre se presentan los rangos de temperaturas más altos. Colombia es un país privilegiado por su posición geográfica. No solo cuenta con gran variedad de climas, también presenta uno de los niveles de radiación solar más altos del mundo, lo cual le da una gran ventaja en el uso de energía solar (América Fotovoltaica, 2020).

El uso de sistemas acuapónicos (sistema biointegrado de acuicultura e hidroponía) permite optimizar la producción de peces y plantas, puesto que se aprovechan los desechos generados por los peces, como abono para las plantas. Teniendo en cuenta que Colombia presenta un gran potencial de producción de peces y plantas, resulta indispensable y necesario fomentar la realización de proyectos que vinculen dichos sistemas de producción (Red de Especialistas en Agricultura, 2020).

Con las características descritas anteriormente, se pueden aprovechar los recursos renovables, como alternativa a la energía eléctrica proveniente de sistemas hidroeléctricos; por lo tanto, se propuso el presente proyecto para abastecer parte de la demanda energética de un sistema acuapónico a través de energías limpias.

Desarrollo

El sistema de generación de energía eléctrica se planteó para desarrollarse en la cra. 24b n.º 19-8, Fusagasugá, predio que actualmente pertenece a la Universidad de Cundinamarca. Para el desarrollo del sistema híbrido de generación de energía eléctrica, se planteó seguir un proceso que se dividió en cuatro fases. La primera fase fue de recolección de información, en la cual se realizó el análisis del estado del arte y el estado de la técnica sobre todo lo relacionado con el uso de sistemas híbridos de generación de energía eléctrica, y se evidenció que la demanda energética ha aumentado considerablemente como consecuencia del incremento de la población mundial y de las necesidades que el ser humano tiene al realizar actividades que dependen directamente del fluido eléctrico. Las fuentes de generación convencionales han permitido suplir la demanda energética durante muchos años, pero existe la posibilidad de que la materia prima se agote. El uso desmedido de combustibles fósiles para la producción de electricidad ha ocasionado problemas de salud, lluvia ácida y aumento de concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, por ello se ha buscado alternativas como las fuentes de energía sostenibles (solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biomasa). Las energías renovables han tenido un crecimiento rápido y están alcanzando la paridad entre precio y rendimiento de red, lo cual las ha vuelto más atractivas para la inversión en todas las regiones del mundo (Deloitte Insights, 2018). Se espera que para el 2040 la demanda total de energía se incremente en un 30 % y que el 37 % de la energía total mundial sea a partir de fuentes renovables, principalmente de energía solar y eólica [Agencia Internacional de Energía

(AIE), 2017]. Por otra parte, los países que lideran el uso de energías limpias son Uruguay, Honduras, Grecia, España, Portugal, Irlanda, Dinamarca, Reino Unido y Alemania, los cuales durante el 2019 generaron más del 20 % de su electricidad con energía fotovoltaica y eólica. Al mismo tiempo, más de 90 países generan alrededor de 1 GW y otros 30 más de 10 GW anuales [Red de Políticas de Energía Renovable para el Siglo XXI (REN 21), 2019].

Además, se revisaron los antecedentes y el marco regulatorio legal que Colombia ha dispuesto para controlar el uso de las energías limpias:

- ✓ La Ley 1715 del 14 de mayo de 2014 “por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional”.
- ✓ Decreto 2143 de 2015 “por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, Decreto 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo 111 de la Ley 1715 de 2014”.
- ✓ Decreto 1623 de 2015 “por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las Zonas No Interconectadas”.
- ✓ Decreto 2492 de 2014 “por el cual se adoptan disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda”.
- ✓ Decreto 2469 de 2014 “por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración”.

La segunda etapa se conformó por el diseño del sistema híbrido, en el cual el primer paso fue realizar la estimación de la cantidad de energía eléctrica consumida por el sistema; para ello fue necesario hacer el cuadro de cargas que se muestra a continuación:

Tabla 1. Cuadro de cargas sistema acuapónico.

Elemento	Cantidad	Horas de uso	Potencia del elemento (W)	Potencia diaria de consumo (W)
Motobomba Cargador de PC	1	4	50	200
1 Cargador de PC	1	1	150	150
2 Cargador de PC	1	1	150	150
Bombillo led	1	10	18	180
Sensores	1	8	10	80
Potencia total diaria de las cargas				760 W

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se realizaron los cálculos pertinentes para conocer la cantidad y las características de los materiales que se necesitaban, y se obtuvo que el sistema debería utilizar:

- ✓ Batería de 12V - 55 AH.
- ✓ Panel solar de 340 W.
- ✓ Inversor de 1000 W 12/24Vdc onda modificada.
- ✓ Regulador para sistemas híbridos 20A 12/24Vdc.

Luego se simuló el sistema fotovoltaico en cuatro *software* para comprobar que los elementos sean los correctos y que no se presenten fallas por falta de energía o desperdicios por sobredimensionamiento del sistema.

Calculationsolar es una página web que permite revisar el comportamiento del sistema y a su vez modificar los elementos que se pretenden usar, en la cual se verificó que los elementos propuestos son aptos para el sistema y el mejor rendimiento del sistema se obtiene instalando el panel con una inclinación de 6 °.

PVSOL es un *software* limitado para la versión de prueba, sin embargo se pudo acceder al informe detallado en el cual se evidenció que la batería era la indicada para garantizarle al sistema una autonomía de hasta dos días, y que no se presentaban excesos de energía, gracias a que la batería tiene una tasa de descarga de hasta 20 horas.

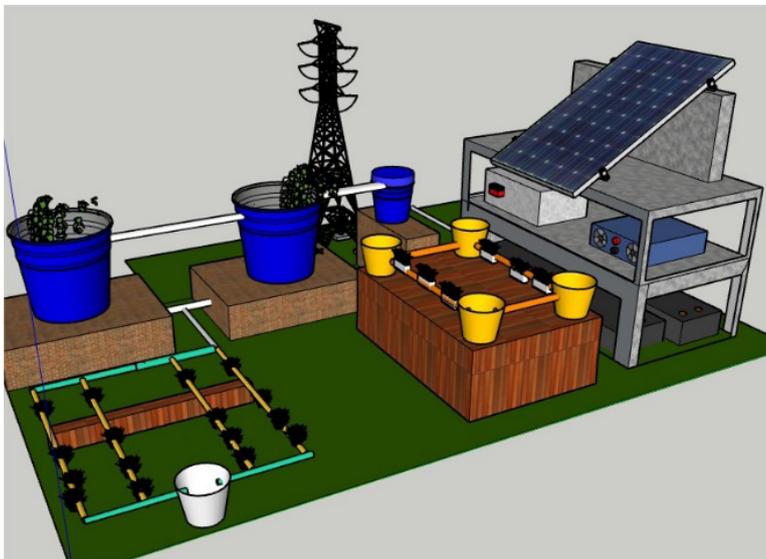
PVSYST en la versión de prueba permitió verificar que el inversor y el regulador son los indicados para el sistema y

que garantizan una buena estabilidad del sistema. Además en el informe se reiteró que la batería es óptima y que el mejor ángulo para realizar la instalación está entre los 4 y los 10 °.

HOMER es un programa que tiene una versión de prueba, en la que se trabajó y se simuló el sistema, pero no se logró obtener el informe completo del comportamiento del sistema; no obstante, se pudo corroborar que el sistema requiere un solo panel de 340 W, y que el ángulo de inclinación óptimo es de 8 °.

Por otra parte, se diseñaron los sistemas híbrido y acuapónico en sketchUp 2020, en el que se colocaron todas las partes del sistema, como se muestra a continuación:

Figura 1. *Diseño 3D de los sistemas híbrido y acuapónico.*



Para la fase tres se propuso el desarrollo de una aplicación móvil para Android, la cual le permitirá al usuario dimensionar un sistema fotovoltaico básico, como se muestra a continuación:

En la segunda ventana el usuario puede escoger entre una lista de elementos, los que usará para su dimensionamiento.

Figura 2. Ventana 2 de la aplicación.

Consumidor	Carga (Watt)	Consumidor	Horario de uso
Moto..	50		4
Carg..	150		1
Carg..	150		1
Bom..	18		10
Seca..	10		8
Ning..	0		0

Fuente: aplicación solar UCundinamarca.

Ning.. 0 0 0

Ning.. 0 0 0

CALCULAR

Total Consumo Diario (W) 760 w

SIGUIENTE

Figura 3.
Ventana 2 de la aplicación (cuadro de cargas).

Fuente: aplicación solar UCundinamarca.

En la parte de abajo de la aplicación, el usuario da clic en calcular y puede observar el total diario que consumen las cargas, y luego puede seleccionar algunas características del sistema.

En la tercera ventana el usuario indica la ciudad y el panel que pretende usar, y la aplicación le sugiere las características básicas de la batería, inversor y regulador.

Figura 4. Ventana 3 de la aplicación.

The screenshot shows a mobile application interface with a black status bar at the top displaying signal strength, 100% battery, and the time 7:34. Below the status bar, there are two dropdown menus: 'Seleccione la ciudad' with 'Fusagasugá' selected, and 'Seleccione el panel' with 'Panel 340 W' selected. The main content area consists of several sections, each with a green header and white text on a black background:

- CARACTERÍSTICAS DEL PANEL SOLAR**
 - P_{max}: 340 W
 - V_{nom}: 24 V
 - V_{pm}: 38.7 V
 - I_{pm}: 8.79 A
 - V_{os}: 47.1 V
 - I_{sc}: 9.24 A
- CANTIDAD DE PANELES NECESARIOS**
 - 1
- REGULADOR RECOMENDADO**
 - IRG: 12.8436 A
 - IRC: 44.01667 A
- INVERSOR REQUERIDO**
 - P_{min}: 453.6 W
- BATERÍA RECOMENDADA**
 - CB: 650.49261W
 - I_{min}: 54.20772 A

At the bottom of the interface is a grey button labeled 'CALCULAR'.

Fuente: aplicación solar UCundinamarca.

Para la cuarta fase se planteó la generación de productos bibliográficos, y se redactará un artículo científico sobre el sistema híbrido propuesto para un sistema acuapónico en Fusagasugá; también se presentará el artículo científico en un evento nacional o internacional de ingeniería relacionado con los sistemas híbridos. Y para finalizar, se socializarán los resultados a la comunidad académica de la Universidad de Cundinamarca.

Conclusiones

Existen aproximaciones de patrones de radiación solar en el municipio de Fusagasugá, que permiten modificar las simulaciones con el fin de optimizar los planos de instalación y posteriormente obtener el mayor desempeño del sistema.

Debido a que es un sistema híbrido de generación de energía eléctrica, se puede implementar en zonas de difícil acceso; además, permite contribuir en el desarrollo y crecimiento de pequeños y medianos productores agrícolas y le aporta al medioambiente, puesto que usa las energías limpias y utiliza menos cantidad de agua para su funcionamiento.

Los simuladores presentan algunas limitaciones ya que algunas características están restringidas porque solo se trabajó con la versión de prueba gratuita por un mes, pero aun así permitieron corroborar que los materiales elegidos permitirán un buen desempeño del sistema y que será óptimo para la cantidad de consumo que se tendrá por parte del sistema de acuaponía, garantizando así autosostenibilidad y un buen desarrollo de las plantas y los peces.

Bibliografía

- Agencia Internacional de Energía (AIE). (2017). La energía en el 2040. Energía para el futuro.
- América fotovoltaica. (2020, 9 de octubre). La guía solar. Radiación solar en Colombia. <http://www.laguiasolar.com/radiacion-solar-en-colombia/>
- Deloitte Insights. (2018). Tendencias globales de las energías renovables.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2020). Situación actual sobre el sector de la energía. España.
- Red de Especialistas en Agricultura. (2020, 9 de octubre). Acuaponía solar, plantas y peces para comunidades aisladas. <https://agriculturers.com/acuaponia-solar-plantas-y-peces-para-comunidades-aisladas/>
- Red de Políticas de Energía Renovable para el siglo XXI (REN 21). (2019). Reporte de la situación mundial de las energías renovables.
- Revista Semana. (2020). Eficiencia energética. Colombia ha avanzado, pero falta mucho por hacer.
- Serrano, R. (2020). Eficiencia del panel solar. Clean Energy Reviews.
- Weather Spark. (2020, 9 de octubre). El clima promedio en Fusagasugá. <https://es.weatherspark.com/y/23367/Clima-promedio-en-Fusagasuga-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Desafíos del deporte y la actividad física ante la era digital

Sandra Yulie González Cuellar²⁵

Nubia Estela Florián Rodríguez ²⁶

25 Licenciada en Educación Física de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Magíster en Pedagogía de la Cultura Física de la UPTC. Docente líder de investigación del programa de Ciencias del Deporte y la Educación Física del Grupo de Investigación Centro de Formación Deportiva, Pedagogía y Administración. <https://orcid.org/0000-0003-1142-6165>, syuliegonzalez@ucundinamarca.edu.co

26 Fisioterapeuta. Especialista en Ejercicio Físico de la Universidad del Rosario, Colombia. Con maestría en Gestión de Proyectos de la Universidad UQAC, Canadá.

Resumen

El propósito de esta investigación fue analizar los factores que inciden en la práctica de actividades físicas en niños y jóvenes, y la importancia del papel de los profesionales en Ciencias del Deporte y la Educación Física, por lo cual se realiza una revisión de los efectos generados en los estilos de vida de la población infantil y jóvenes colombianos, que involucran la actividad física y los hábitos nutricionales.

Abstract

The purpose of this research was to analyze the factors that affect the practice of physical activities in children and young people, and the importance of the role of professionals in sports science and physical education, for which, a review of the effects generated is carried out in the lifestyles of the Colombian child and youth population, which involve physical activity and nutritional habits.

Palabras claves: actividad física, sedentarismo, hábitos

Keywords: Physical activity, Sedentary lifestyle, Habits

Introducción

Los estilos de vida son todos aquellos hábitos, tradiciones o conductas que las personas o grupos han construido, junto con los procesos sociales y culturales, con el propósito de satisfacer las necesidades para alcanzar su bienestar, por lo cual deben ser vistos como un proceso dinámico que no solo involucra las acciones individuales, sino también los comportamientos sociales.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define que un estilo de vida saludable es el resultado de una serie de hábitos que permiten un estado de completo bienestar físico, mental y social (OMS, 2018). En este sentido, este término está relacionado con comportamientos relacionados con la salud, pero a la vez con conductas que la pueden poner en riesgo.

Las características fundamentales del estilo de vida saludable tienen una naturaleza conductual, que a su vez son observables y medibles durante una línea de tiempo, que denotan hábitos, los cuales poseen cierta continuidad temporal, es decir, abarcan comportamientos que se presentan en respuesta a las diferentes situaciones de cada individuo en un contexto específico. En la actualidad existe evidencia científica que prueba que los estilos de vida no saludables están relacionados directamente con comportamientos inadecuados que pueden llegar a afectar la salud (Díaz-Martínez *et al.*, 2015) (González Sánchez *et al.*, 2015).

El impacto negativo que ha tenido para la salud los estilos de vida no saludable han tenido como resultado el aumento de mortalidad y morbilidad causadas por enfermedades no transmisibles (ENT) (Organización Mundial de la Salud, 2003), las cuales están asociadas a los malos hábitos de alimentación, el peso corporal excesivo y la falta de actividad física. Todos son considerados factores que han permitido que la pandemia mundial del sobrepeso y la obesidad sigan en aumento. Además, de todos los problemas que puede acarrear para las poblaciones que se ven afectadas por lo mencionado anteriormente, la primera infancia es más vulnerable en este momento, ya que las cifras de sobrepeso y obesidad van en aumento por su poca participación en actividades físicas (AF), deportivas y recreativas, debido al uso desbordado e inadecuado de las tecnologías de la comunicación, vivir en zonas urbanas y el empleo de transportes motorizados (Evert Iraheta y Álvarez Bogantes, 2020).

No obstante, a pesar de estar tan bien documentados los beneficios que acarrea realizar de manera frecuente actividades físicas y deportivas, es realmente un reto para todos los profesionales que se desempeñan en este ámbito de convencer a estas personas para que sean más activas, y que mantengan su práctica regular parece ser todo un desafío; es decir, para que adopten estilos de vida más activos y vinculen prácticas adecuadas en pro de mejorar su salud. Por tal motivo, el propósito de esta investigación fue analizar los factores que inciden en la práctica de actividades físicas en niños y jóvenes y la importancia del papel de los profesionales en Ciencias del Deporte y la Educación Física.

Desarrollo

En la actualidad los seres humanos vienen afrontando una serie de cambios en sus estilos de vida, uno de ellos son las diferentes dinámicas que deben realizar para desempeñarse en su área laboral o académica de manera oportuna y eficiente. Esto ha llevado a que sus vidas se transformen y se adapten a las diversas actividades que deben desarrollar durante el día y destinen poco tiempo a aspectos relacionados con su bienestar físico y mental. El sedentarismo es un problema mundial, y los cambios modernos de las sociedades actuales sustituyen el tiempo libre dedicado a la práctica de actividad física por el uso de tecnologías (televisión, internet en sus computadoras, tabletas, celulares o espacios como las redes sociales, entre otros).

El notorio avance en ciencia y tecnología ha beneficiado diferentes espacios, desde la telecomunicación hasta los procesos de educación, sin embargo, también se asocia una variedad de problemas en salud pública, ya que de acuerdo con la OMS, globalmente la población está en riesgo de padecer algún tipo de enfermedad crónica, como consecuencia evidente de la disminución del gasto de energía y el aumento en la grasa corporal, producto de la falta de actividad física o comportamientos sedentarios y de prácticas nutricionales poco coherentes. El sedentarismo se define como “un modo de vida con poco movimiento”, y de acuerdo con cifras de la OMS, constituye el cuarto factor de riesgo de mortalidad mundial más importante, siendo superado por la hipertensión, el consumo de tabaco y niveles elevados de glucosa en sangre.

En primera instancia, centramos nuestra atención en la alimentación (calidad y cantidad). Desde este aspecto, varias investigaciones afirman que las personas consumen dietas altas en azúcar, grasa y sal en alimentos procesados, ya sea por ser rápidos en su preparación y creyendo ser saludables, lo que lleva a que se desenvuelvan en ambientes obesogénicos incrementando su peso y su índice de masa corporal (IMC), presentando problemas de sobrepeso y obesidad. Lo más preocupante de este ambiente es que ya no solo se presenta en personas adultas, sino que cada vez lo adquieren niños y jóvenes (Esteves de Oliveira *et al.*, 2020). Esta situación ha comenzado a generar preocupación porque en el futuro puede acarrear graves consecuencias si no se toman las medidas adecuadas por parte de los gobiernos, entidades relacionadas con la salud y la educación para proyectar programas que logren mitigar esta problemática.

La prevalencia de obesidad y exceso de peso en edades infantiles va en aumento. Esta problemática de una inadecuada alimentación ha estado asociada a la adherencia a ENT, entre las que se destacan diabetes mellitus de tipo 2 (Cambizaca Mora *et al.*, 2015) y problemas cardiovasculares y varios tipos de cáncer (Rodríguez-Villalba, 2016). Sin duda, la crianza y adherencia a hábitos saludables es un factor relevante que atañe a las familias que educarán a las nuevas generaciones, y son las encargadas de suministrar todos los conocimientos necesarios relacionados con su alimentación y el empleo de AF y deportivas a sus hijos. De no comenzar a hacer una transformación en estos aspectos, tendremos posiblemente una sociedad enferma que no tenga las posibilidades de desempeñarse adecuadamente y represente un costo alto para la sociedad.

En segunda instancia, otro aspecto por resaltar es que cada vez las personas cuentan con menos tiempo, lo que ha hecho que sus espacios dedicados para la alimentación cada vez sean menores, llevando a que estas dediquen menos tiempo para preparar sus alimentos para su consumo y, en consecuencia, restando importancia a este aspecto tan importante para la salud de los ciudadanos. Sin embargo, a pesar de las recomendaciones hechas por las diferentes campañas desde la salud pública, y que a diario se transmiten en los medios de comunicación, en los que enfatizan en los hábitos de vida saludable, no ha permitido disminuir los factores de riesgo para no adquirir una enfermedad no trasmisible, las personas continúan sin cumplir con el tiempo mínimo que deben desarrollar de esta práctica, y a cambio sí ha aumentado su consumo de los medios digitales como televisor, computador, videojuegos y celular.

El sedentarismo es un factor preocupante para todos los entes que regulan la salud, se ha convertido en un grave problema porque su expansión mundial es asombrosa, ya que en la actualidad, a causa de esta problemática cada vez se encuentran más niños y niñas adquiriendo enfermedades como diabetes, problemas cardiorrespiratorios, hipertensión, depresión y ansiedad. Durante el ciclo vital se presenta la maduración biológica especialmente en los preadolescentes, adolescentes y jóvenes, cuya población es vulnerable a cambios en su personalidad, pensamiento crítico, identidad, sentido de pertenencia, acompañado por todo el cambio hormonal que produce el brote puberal (Ortabag *et al.*, 2011)). En Colombia, los datos de la Encuesta Nacional de Situación Nutricional - ENSIN 2015 evidencia que los adolescentes entre los 13 a los 17 años (18,7 % en hombres y el 7,6 % en mujeres), cumple con las recomendaciones de actividad

física; a su vez, el 76 % de esta población en ambos sexos presenta un tiempo excesivo frente a una pantalla.

Este panorama no es diferente en la infancia y preadolescencia, debido a que los escolares de 6 a 12 años cumplen en 35 % en niños y 26 % en niñas con las recomendaciones de actividad física y el 69 % de esta población pasa tiempo excesivo frente a pantallas; agregado a esto, en una comparación entre el 2005 y el 2015, el exceso de peso pasó de 12,5 % a 17,5 % en estos dos grupos etarios (ICBF, 2015). Al dimensionar este panorama, se encuentran varias preocupaciones que requieren no solo de una reflexión desde la estadística, sino también desde la generación de propuestas de programas que permitan realizar un proceso de prevención de este tipo de conductas y, por el contrario, de promoción de los hábitos saludables:

1. ¿Cuál es realmente el papel que debe desempeñar el deporte ante esta problemática del sedentarismo y de inactividad física en todas las poblaciones, sobre todo en aquellas de bajos recursos o que no tienen posibilidades de acceder a este tipo de actividades?
2. ¿Cuál es el papel de la academia frente a esta problemática, si se continúa ignorando la importancia de asignarles a sus estudiantes espacios propicios para la práctica de actividades deportivas, recreativas y de actividad física en sus currículos o desentenderse totalmente de esta situación?
3. ¿Es relevante continuar buscando estrategias para que el deporte y las herramientas digitales puedan trabajar de manera conjunta para mejorar esos

aspectos de salud?

4. ¿Es necesario involucrar en estas prácticas a todos los grupos etarios y géneros no solo buscando aumentar su práctica, sino disminuyendo las brechas que aún siguen existiendo en cuanto a la participación intergeneracional y aislando los mitos sobre estas actividades?

Conclusiones

Realmente se ha vuelto un desafío para todos los profesionales que tienen algún tipo de relación con el movimiento corporal humano, generar nuevas alternativas para motivar a estas poblaciones a realizar prácticas deportivas, recreativas y de actividad física, sin desconocer que se enfrentan a grandes retos; uno de ellos, desvincular a sus usuarios del uso de las tecnologías buscando innovar en sus planes y programas o, por el contrario, dar un uso coherente a esta tecnología para que realicen de manera consciente algún tipo de actividad física. Por ello, la importancia de vincular a los grupos de investigación desde diferentes disciplinas para afrontar estos desafíos y generar proyectos que mitiguen estas problemáticas en pro de la salud infantil.

De la misma manera, el Grupo de Investigación Centro de Formación Deportiva, Pedagogía y Administración viene direccionando sus investigaciones desde los semilleros, hacia proyectos que fundamenten las estrategias de intervención, pero de manera interdisciplinaria, para que los profesionales en Ciencias del Deporte y la Educación

Física realicen sus intervenciones con una visión translocal, generando impacto no solo en el departamento sino en el país, creando un referente desde la investigación, la participación activa y reflexiva, y sobre todo basados en los lineamientos de la salud pública colombiana.

Bibliografía

- Cambizaca Mora, G. del P., Castañeda Abascal, I. y Sanabria, G. (2015). Sobrepeso, obesidad y diabetes mellitus 2 en adolescentes de América Latina en 2000-2010. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 31(2), 217-231.
- Díaz-Martínez, M., Tovar, M. B. y Torres, A. M. (2015). Estilos de vida y autoimagen en estudiantes de colegios oficiales en Chía, Cundinamarca. *Pediatría*, 48(1), 15-20. <https://doi.org/10.1016/j.rcpe.2015.03.001>
- Esteves de Oliveira, F. C., Pontelo Pontes, J., Aparecida, V., Queiroz, V., Ronchetti, F. S., Luiz, V., Dutra, M., Tadeu Da Veiga Correia, V. y Ferreira, A. A. (2020). Comparación del estado nutricional, consumo habitual de alimentos y hábitos de actividad física en escolares de primero básico-primer medio de la ciudad de Taltal, Chile. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(2), 272-280. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000200272>
- Evert Iraheta, B. y Álvarez Bogantes, C. (2020). Análisis del sobrepeso y obesidad, niveles de actividad física y autoestima de la niñez salvadoreña. *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 17(1), 1-15. <https://doi.org/10.15359/mhs.17-1.1>
- González Sánchez, R., Llapur Milián, R., Díaz Cuesta, M., Illa Cos, M. D. R., Yee López, E. y Pérez Bello, D. (2015). Estilos de vida, hipertensión arterial y obesidad en adolescentes. *Revista Cubana de Pediatría*, 87(3), 273-284.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar [ICBF]. (2015).

Encuesta Nacional de la Situación Nutricional - ENSIN 2015. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/ensin-colombia-2018.pdf>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2003). Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Informe de una consulta mixta de expertos. *Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas, 1*, 1-152. https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_916_spa.pdf

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2018). *Plan de acción mundial de la OMS sobre actividad física.* <https://www.who.int/es/news/item/04-06-2018-who-launches-global-action-plan-on-physical-activity>

Ortabag, T., Ozdemir, S., Bakir, B. y Tosun, N. (2011). Health promotion and risk behaviors among adolescents in Turkey. *Journal of School Nursing, 27*(4), 304-315. <https://doi.org/10.1177/1059840511408322>

Rodríguez-Villalba, L. F. (2016). Estado nutricional y etapas de cambio comportamental frente a la actividad física en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: estudio FUPRECOL. *Nutrición Hospitalaria, 33*(5), 1066-1073. <https://doi.org/10.20960/nh.568>

Sistema web con biometrico para de trazabilidad y seguimiento en la atención, distribución y entrega de Bienestarina Más® en los municipios de Chía y Soacha

Misael Fernando Perilla Benítez²⁷

Javier Alejandro Castañeda Celis²⁸

Mario Alejandro Jiménez Soler²⁹

Duvan Felipe Bernal Varila³⁰

27 Ingeniero de sistemas, Universidad de Cundinamarca. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Cooperativa de Colombia. Magíster en Seguridad Informática, Universidad Internacional de La Rioja. <https://orcid.org/0000-0002-0235-0499>, perilla@ucundinamarca.edu.co

28 Ingeniero de sistemas, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-7962-5534>, jalejandrocstaneda@ucundinamarca.edu.co

29 Ingeniero de sistemas, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0003-1958-4029>

30 Ingeniero de sistemas, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-5555-8592>

Resumen

El proyecto gira en torno al desarrollo de una aplicación web con conexiones a un dispositivo biométrico lector de huella dactilar, que permita el registro de información relacionada con la entrega y el consumo internos por parte de los CDI del producto Bienestarina Más, que se distribuye a la población de primera infancia, jóvenes y comunidades beneficiadas en los planes de apoyo alimentario del ICBF. Para la realización de este *software* se realizaron visitas de campo para el levantamiento de información necesario, identificando las variables que debe registrar y procesar en la aplicación, relacionadas con los procesos de gestión, administración y distribución del producto hasta el usuario final.

Adicionalmente se generaron módulos adicionales para la gestión de los datos de manera dinámica del *software*, generación de reportes y administración de usuarios, roles y permisos, se realizaron pruebas de la aplicación con personal de los centros de desarrollo infantil localizados en los municipios de Chía y Soacha como prueba piloto, arrojando resultados positivos en la sistematización del proceso.

El desarrollo del proyecto fue por medio de la metodología SCRUM, la cual gracias a su marco de trabajo flexible y abierto a cambios, permite la toma de decisiones en lo relacionado con la ingeniería del *software* basados en el desarrollo iterativo e incremental, permitiendo la gestión de nuevos requerimientos, cambios o actualizaciones conforme el proyecto y las necesidades avanzaban, y donde cada iteración del ciclo de vida incluye procesos y actividades de planificación, análisis de requisitos, diseño,

codificación, pruebas y documentación, hasta obtener un producto funcional.

Abstract

The project is oriented to the development of a web application with connections to a biometric fingerprint reader device, which allows the registration of information related to the internal delivery and consumption on the CDIs of Bienestarina Más, a product which is distributed to the early childhood, youth and communities population who is benefited within the ICBF's food support programs. For the realization of this *software*, field visits were made to gather the necessary information, identifying the variables that must be recorded and processed in the application related to the management, administration, and distribution of the product to the end user.

Additionally, additional modules were generated for the management of the data in a dynamic way of the *software*, generation of reports and administration of users, roles and permissions, tests of the application were carried out with personnel of the child development centers located in the municipalities of Chía and Soacha as a pilot test, yielding positive results in the systematization of the process.

The development of the project was using the SCRUM methodology, which thanks to its flexible framework and open to changes, allows decision-making in relation to *software* engineering based on iterative and incremental development, allowing the management of new requirements, changes and / or updates as the project and the needs progressed, and where each iteration of the

life cycle includes processes and activities of planning, requirements analysis, design, coding, testing and documentation, until obtaining a functional product.

Palabras clave: trazabilidad, Bienestarina, sistema, biométrico, SCRUM.

Introducción

El Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) brinda servicios de protección a la población juvenil, madres lactantes y adultos mayores a través de programas como De Cero A Siempre, en el cual a los beneficiarios se les hace entrega de la Bienestarina Más®, el cual es un alimento de alto valor nutricional (AAVN) creado y entregado por el Gobierno de Colombia mediante diferentes centro de distribución nacional (ICBF, 2017), cuyo proceso de recepción, manipulación, entrega y consumo se realiza mediante el diligenciamiento de formatos en papel, en los cuales no se permiten faltas ortográficas, errores, manchas, rayones o demás problemas respectivos al diligenciamiento y completitud de esta documentación por parte del personal de ICBF; a raíz de esto nace la necesidad de implementar un sistema que permita llevar un control de la información que posibilite lleva la trazabilidad del producto de alto valor nutricional tanto en entrega a beneficiarios como para el consumo en los Centros de Desarrollo Infantil (CDI) en los municipios de Chía y Soacha.

Por lo cual, se planteó el desarrollo de un aplicativo web con conexión a un lector biométrico de huella dactilar, para la validación de identidad en el proceso de entrega a los beneficiarios o a sus acudientes para el caso de los menores de edad; también se realizaron varias visitas de campo a los hogares comunitarios y CDI, en los cuales se evidenció que existen varios formatos de apoyo al proceso de apoyo pedagógico y de nutrición. Además, en la evaluación del impacto de este tipo de programas de

apoyo no es suficiente considerar el diseño adecuado de las propiedades nutricionales del complemento alimentario (Fanzo, 2015), sino también el conjunto de elementos y conexiones que hace posible la entrega efectiva del producto a la población.

Actualmente se hace un seguimiento parcial de la Bienestarina desde sus dos fábricas hacia los 5000 puntos de entrega, desde los cuales se realiza la entrega del AAVN a más de 5 millones de beneficiarios (Becerra y García, 2016); desde este punto se presenta la necesidad de verificar si el producto se entrega de acuerdo con los lineamientos, y a causa de las dificultades existentes en el proceso de seguimiento y trazabilidad en entrega y consumo para el usuario final.

Desarrollo

El proyecto fue desarrollado siguiendo la metodología ágil SCRUM, la cual es de gestión para equipos pequeños de entre 3 a 7 integrantes en el equipo de desarrollo, más el Scrum Máster quien es el encargado de que el equipo siga la metodología y de que los eventos SCRUM ocurran de acuerdo con la planeación; finalmente está el Product Owner quien es el encargado de generar las historias de usuario, revisar el producto y asesorar al equipo de desarrollo (Schwaber y Sutherland, 2014).

Para el proyecto se planificaron varias iteraciones de acuerdo con el documento maestro de datos realizado por el Grupo de Investigación SEPRO de la Universidad Nacional; adicionalmente, se establecieron modificaciones a medida que el proyecto era probado para garantizar su funcionalidad respecto a las necesidades de los usuarios finales y a la documentación generada inicialmente.

En la primera fase del proyecto se levantaron los requisitos y casos de uso, a partir de los procesos de levantamiento de información, visitas y entrevistas realizadas al personal de los centro de desarrollo infantil de Chía y los hogares comunitarios de Soacha, donde las docentes, el personal administrativo, de apoyo psicológico y ecónomas durante esta fase accedieron a los formatos en papel que el personal debe diligenciar junto con los datos de los usuarios (asignación dada por ICBF para los beneficiarios o los acudientes de estos frente a la institución) como el expuesto en la Figura 1. Este proceso permitió identificar los requisitos funcionales, requisitos no funcionales y las reglas de negocio, los cuales fueron establecidos en diagramas UML, como el expuesto en la Figura 2, en la que se establecen los componentes que se requiere desarrollar para que el *software* cubra las necesidades específicas del cliente y de los usuarios finales, de una manera específica y concreta, fácil de entender y de modificar o actualizar, en caso de ser preciso.

Figura 2. Diagrama UML de requerimientos identificados para el sistema propuesto.



Para el almacenamiento de los datos y la información, se generó el modelo entidad-relación de la base de datos definido de acuerdo con los requerimientos establecidos previamente, para así poder llevar el adecuado control de la información en la aplicación y poder generar los reportes según los parámetros establecidos en los formatos de entrega e inventario definidos por el ICBF. Para la creación de la base de datos se utilizó el motor MySQL, el cual fue considerado por su funcionalidad, robustez y el contar con una versión de *software* libre. El método de conexión a la base de datos se planificó mediante el uso de una API Rest, lo que permite la conexión por medio de una cadena de conexión y no mediante consultas directas al sistema (SQL Queries) que son la alternativa más común, pero así mismo la más propensa a diferentes ciberataques no solo de inyección de código, sino también de lectura, interceptación (*sniffing*), modificación o eliminación (*data tampering*); además permite la petición de múltiples rutas para la solicitud o el envío de información a la base de datos desde un navegador web o dispositivo móvil, lo que ofrece ventajas funcionales y de seguridad.

En la siguiente fase se desarrollaron los módulos utilizando el *framework* de desarrollo Angular, en su versión 8, la cual cuenta con soporte extendido. Para la conexión con el biométrico se utilizó una aplicación creada en Lenguaje C# para capturar y cotejar la huella dactilar de un usuario, beneficiario o acudiente de beneficiario, puesto que Angular no cuenta con librerías para la conexión con el lector Digital Persona 4500 mostrado en la Figura 3 y su respectivo SDK de desarrollo. La huella leída se convierte a un formato base 64 para ser enviada en formato JSON mediante el API Rest por medio de una ruta a la aplicación de Angular.

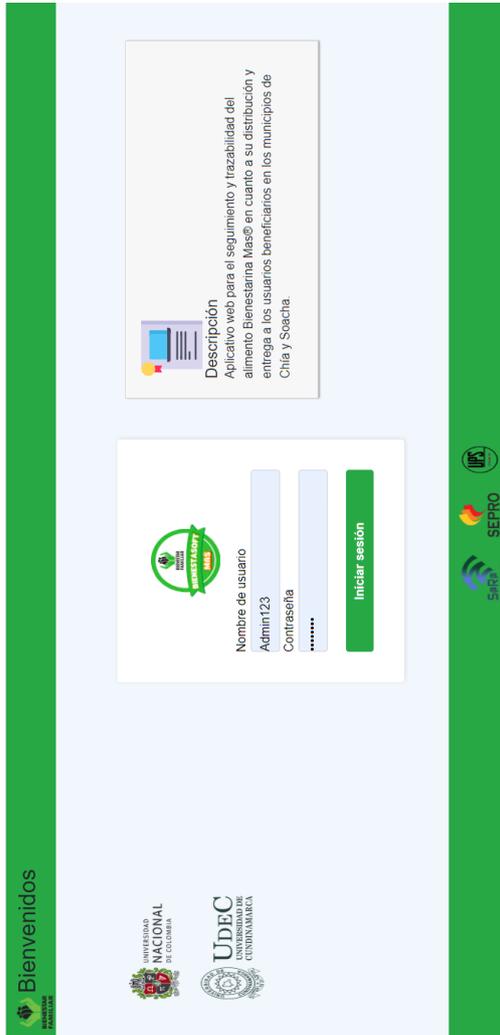
Figura 3. Lector de huella dactilar usado en el proyecto.



La aplicación desarrollada cuenta con los módulos principales de acceso al sistema, como se puede apreciar en la Figura 4, creación y gestión de usuarios, gestión de inventario de Bienestarina, gestión de entregas a beneficiarios, salida de consumo interno, recuento de inventario, traslado entre almacenes, recepción de Bienestarina y la respectiva generación de los reportes de cada uno de estos módulos en el formato solicitado

por ICBF como archivo en PDF, todo de acuerdo con la documentación creada durante el proyecto y de cara a las necesidades evidenciadas de los profesionales que laboran en los CDI.

Figura 4. Inicio del sistema Bienestasoft.



Como parte de las funcionalidades adicionales que se incluyeron en la aplicación, a las cuales se puede acceder solo al estar registrado en el sistema, este ingreso cuenta con mecanismos que validan no solo los datos ingresados para el acceso, sino también con funciones para evitar el ingreso de comandos u otros contenidos maliciosos procedentes de ataques de inyección de código. En el sistema se pueden utilizar los módulos para la gestión de los servicios y modalidades a los que los usuarios deben tener acceso, el módulo de creación o modificación de referencias de bienestarina, la lista de precios (la cual es solicitada por el ICBF a pesar de que el producto no tiene costo para los usuarios), listado de cursos que existen en un CDI, pues en el caso del programa De Cero A Siempre, los menores de edad se matriculan para recibir cuidados alimentarios, apoyo psicológico y otros servicios adicionales a la formación educativa formal ofertada por estos centros, donde existen cupos máximos por las limitaciones de espacio, recursos y personal disponible. Por lo anterior, también existen los módulos de datos nutricionales de cada usuario y el control sobre el número de cupos por grupo; estos datos son utilizados para gestionar el estado de cada uno de los módulos principales, dado que se deben gestionar los cambios de la información requeridos para la gestión interna de cada CDI u hogar comunitario. Asimismo hay un módulo de estructura organizacional para la gestión de datos relacionados con las ubicaciones de los centros de entrega, creación, modificación y asignación de un CDI a su centro zonal regional en el ICBF, como se muestra en la Figura 5, creación de roles de usuario y los permisos específicos para cada rol, pues cada usuario puede desempeñar variados cargos en un centro de desarrollo infantil, y en el caso de los hogares comunales las madres comunitarias desempeñan actividades generales.

Figura 5. Registro de datos relativos a los centros zonales.

#	Nombre Centro Zonal	Municipios	Comunas	Codigo Externo Jcz	Codigo Externo CZ	Estado	Regional	Modificar
1	Centro Prueba	1	san juan	0213	213	Habilitado	1	Modificar
2	Soacha	545	Rincón de Santafé	CZ01	1	Habilitado	11	Modificar
3	Soacha	545	Rincón de Santafé	CZ01	1	Habilitado	11	Modificar

El aplicativo fue testeado con un grupo de docentes de cuatro CDI de Chía de manera virtual, a quienes se les compartió una serie de videomanuales cargados en YouTube y el enlace al sitio de pruebas <https://bienestasoft.now.sh/>, en el cual estas profesionales desarrollaron las pruebas de usabilidad, así como se realizaron encuestas de satisfacción para conocer sus impresiones sobre la herramienta, y de acuerdo con las respuestas brindadas se hicieron las respectivas correcciones de funcionamiento y relativas a la parte visual, como el tamaño de las fuentes tipográficas y algunos fallos en los menús cuando la aplicación se usa en dispositivos móviles con resoluciones de pantalla inferiores a HD (1280 píxeles de alto por 720 píxeles de ancho). También se realizaron pruebas de caja negra y caja blanca, en las que se usaron herramientas de análisis como SonarQube y OWASP ZAP, y pruebas de estrés y rendimiento, que arrojaron resultados positivos respecto a los criterios del espacio de pruebas y el uso de estas herramientas en su configuración estándar, en los cuales las debilidades más graves encontradas fueron CSP Scanner, mala configuración entre dominios y la falta de encabezados X-Frame-Options, todos de nivel medio según OWASP y causados por el uso de un *framework* de desarrollo, en el que se reutilizan componentes y código de terceros (los creadores del *framework*).

Conclusiones

El desarrollo de aplicaciones utilizando *frameworks* de desarrollo supone un reto inicial, a causa de la curva de aprendizaje requerida en un inicio, pero es importante destacar las bondades que ofrecen este tipo de herramientas por los amplios recursos como librerías, componentes, módulos y soporte que están disponibles, así como una comunidad activa y solidaria en línea que puede ayudar en momentos específicos.

La sistematización de procesos que se llevan de manera manual permite un mejor manejo de los registros errados, mala gestión de recursos alimenticios y que demás procesos erróneos queden descartados, garantizando la fiabilidad y transparencia en los procesos referentes al manejo de productos alimenticios.

El apoyo de las instituciones en las diferentes iniciativas que propendan a la mejora continua de sus procesos es clave, y tal como lo sugieren las normas internacionales ISO deben demostrar liderazgo y compromiso, lo que debe verse reflejado mediante hechos como compartir la mejor información disponible y conseguir o dar acceso a los recursos; sin lo anterior, las intenciones de un proyecto pueden verse limitadas.

Bibliografía

- Báez Becerra, M. K. y Salazar Sanabria, H. F. (2016). *Caracterización del sistema logístico de acopio y distribución de Bienestarina en la regional Cundinamarca*. Trabajo de grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1953>
- Fanzo, J. (2015). Ethical issues for human nutrition in the context of global food security and sustainable development. *Global Food Security*, (7), 15-23.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar [ICBF]. (2017). *Bienestarina Más ® y otros Alimentos de Alto Valor Nutricional*. <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortallICBF/bienestar/nutricion/BienestarinaMas>
- Schwaber, K. y Sutherland, J. (2014). *La guía definitiva de Scrum: las reglas de juego*. Scrum.org. <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/scrum-guide-es.pdf%0AScrum.org>

Frameworks y servicios en la nube para el desarrollo de software en la generación de soluciones de telemedicina en el Hospital de Tabio

Misael Fernando Perilla Benítez³¹

Leonardo Valderrama García³²

Lina María Amarillo Cardenas³³

31 Ingeniero de sistemas, Universidad de Cundinamarca. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Cooperativa de Colombia. Magíster en Seguridad Informática, Universidad Internacional de La Rioja.

https://orcid.org/0000-0002-0235-0499_perilla@ucundinamarca.edu.co

32 Ingeniero de sistemas, Universidad de Cundinamarca. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Cooperativa de Colombia. Magíster en Seguridad Informática, Universidad Internacional de La Rioja.

https://orcid.org/0000-0002-0235-0499_perilla@ucundinamarca.edu.co

33 Ingeniero de sistemas, Universidad de Cundinamarca. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Cooperativa de Colombia. Magíster en Seguridad Informática, Universidad Internacional de La Rioja.

https://orcid.org/0000-0002-0235-0499_perilla@ucundinamarca.edu.co

Resumen

El Hospital “Nuestra Señora del Carmen de Tabio” es una Entidad Social del Estado (ESE) de nivel uno, que ofrece servicios médicos a los habitantes del municipio de Tabio (Cundinamarca) y sus alrededores, el cual permaneció cerrado durante varios años a causa del mal estado de sus instalaciones y la falta de financiamiento, pero desde 2015 se realizó una inversión general para su puesta en funcionamiento y actualización, en lo que se incluyen sus sistemas informáticos, y se encontraron variadas necesidades puntuales en procesos de gestión de información médica como historias clínicas, agendamiento de citas y el seguimiento a pacientes con enfermedades crónicas diagnosticadas a pacientes del hospital, por lo que mediante un convenio entre esta institución y la Universidad de Cundinamarca, se logró el desarrollo de aplicaciones móviles y web que permitieran la optimización y apoyo a los procesos previamente señalados. Estas aplicaciones fueron generadas mediante el uso de metodologías ágiles para responder a los cambios que el cliente final realiza de manera continua al producto y la realimentación respectiva, y en los cuales el uso de los llamados *frameworks* de desarrollo como Laravel y React Native fue fundamental en la creación de estas soluciones de telemedicina. También se realizaron conexiones con el servicio en la nube de Google para la autenticación de usuarios y el almacenamiento de los datos como respuesta a las dificultades tecnológicas y de conexión con las que cuenta el hospital, en lo relacionado con las herramientas de *software* y *hardware*.

Abstract

The Hospital “Nuestra Señora del Carmen de Tabio” is a State Social Entity (ESE) level one that offers medical services to the inhabitants of the municipality of Tabio (Cundinamarca) and its surroundings, which remained closed for several years due to the poor condition of this facilities and lack of financing, but since 2015 an investment was made general for its implementation and updating, within which its computer systems are included, and where various specific needs were found in medical information management processes such as medical records, appointment scheduling and follow-up of patients with chronic diseases diagnosed at Hospital patients, therefore, through an agreement between this institution and the University of Cundinamarca, for the development of mobile and web applications that allow the optimization and support of the previously mentioned processes. These applications were generated through the use of agile methodologies to respond to the changes that the end customer makes continuously to the product and the respective feedback, and where the use of so-called development frameworks such as Laravel and React Native were fundamental in the creation of these telemedicine solutions, connections were also made with the Google cloud service for user authentication and data storage in response to the technological and connection difficulties that the Hospital’s software and hardware tools have.

Palabras claves: aplicaciones, *frameworks*, telemedicina, hospital, Tabio

Introducción

El Hospital “Nuestra Señora del Carmen de Tabio” es una Entidad Social del Estado (ESE), que de acuerdo con el Decreto 1876 de 1994 se considera como una categoría especial de entidad pública, descentralizada, con personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa, creadas o reorganizadas por ley o por las asambleas o concejos, y que tiene como objetivo principal la prestación de servicios de salud, pero también debe garantizar mediante un manejo gerencial adecuado, la rentabilidad social y financiera de la empresa social (Ministerio de Salud, 1994), la cual es considerada de nivel uno, pues en él se brinda una atención básica, solo cuentan con médicos generales para la atención de consultas y no hacen procedimientos quirúrgicos. Eventualmente prestan servicio de odontología general (El Tiempo, 1997); pero este centro médico en la actualidad tiene convenios con varias EPS de la región así como los pacientes del municipio de Tabio y alrededores quienes acuden a este para recibir atención, seguimiento y tratamiento por motivos varios, como mayor cercanía a sus residencias, menos congestión en la atención respecto a hospitales o clínicas de municipios aledaños, demanda que ha crecido con la migración de personas de origen venezolano, dando cumplimiento a la Circular 025 de 2017 en la cual se les solicita a las gobernaciones, alcaldías y secretarías de salud de Colombia:

Las acciones prioritarias son la coordinación intersectorial, particularmente con las autoridades migratorias y del sector social; el desarrollo de capacidades en problemas

de salud habituales de inmigrantes; la afiliación al sistema de salud para quienes cumplan los requisitos; el control de alimentos y bebidas que ingresan al país; la vigilancia de brotes y epidemias; y las intervenciones colectivas, entre las que se incluyen la denuncia de situaciones de violencia y el fortalecimiento de espacios de convivencia. (Ministerio de Salud, 2017)

Lo anteriormente descrito genera un cuello de botella en los procesos de atención y gestión de la información de los pacientes en los procesos de recolección, almacenamiento, preservación y búsqueda de historias clínicas; asignación, cancelación y reprogramación de citas médicas en las especialidades de medicina general y odontología; adicionalmente en los propósitos de innovación y uso de las tecnologías, el Dr. Guillermo León, director del hospital, expresó la necesidad de una aplicación que le permitiera enviar información importante de atención clínica como campañas de vacunación, alimentación y seguimiento a pacientes con enfermedades crónicas diagnosticadas como hipertensión, diabetes y enfermedades cardíacas, y madres gestantes quienes requieren de cuidados adicionales.

Con el animo de generar un impacto social desde el campo de la ingeniería de sistemas, el *software* y el uso de herramientas tecnológicas, se desarrollaron tres *software*: el primero un sistema para la digitalización de documentación clínica, el segundo una aplicación móvil multiplataforma para el seguimiento a pacientes crónicos y el tercero una aplicación móvil para la solicitud, cancelación y reprogramación de citas médicas en las especialidades de medicina general y odontología.

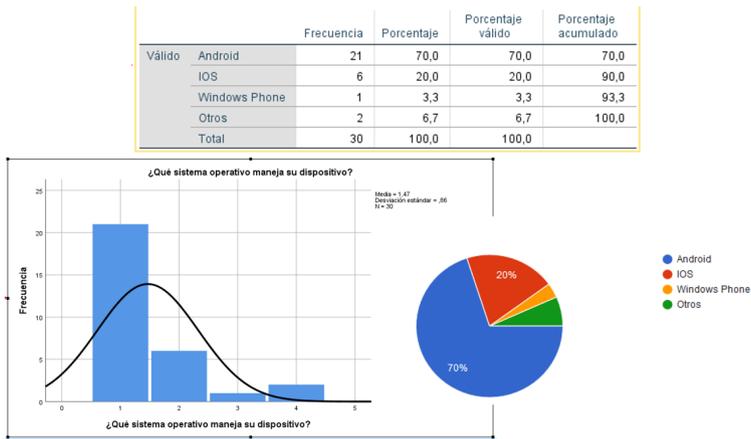
Desarrollo

A partir de las necesidades funcionales del hospital, se planteó el uso de los llamados *frameworks* de desarrollo de *software* que, según la definición dada por Laaziri *et al.* (2019), son un conjunto de librerías y herramientas que pueden mejorar el diseño de aplicaciones web, brindando características adicionales mientras también agregan rigor en el desarrollo, al permitir la automatización de algunas tareas, pues integra un número de rutinas que se implementan nativamente en los proyectos, por lo que no solo en el caso de aplicaciones web, sino en general, son consideradas como herramientas en las cuales por defecto se puede reutilizar código, componentes y módulos que permiten facilitar el desarrollo de aplicaciones, y que en la actualidad permiten el desarrollo *cross-platform* (llamado multiplataforma en español), en el que se busca codificar una vez y ejecutar múltiples dispositivos diferentes como el caso de React Native, Ionic, Angular y otros (Majchrzak *et al.*, 2017). Esta decisión se fundamenta en los resultados de una encuesta realizada a una muestra de 30 pacientes del hospital, en la cual la mayoría cuenta con dispositivos móviles Android, pero la cantidad de personas con iOS no puede ser despreciada, como se muestra en la Figura 1.

Con el fin de desarrollar las soluciones en un menor tiempo y buscar que fueran compatibles con la mayor cantidad de dispositivos posible, se decidió usar *frameworks* de desarrollo. Para el caso de las aplicaciones móviles de citas médicas y de seguimiento a pacientes con enfermedades crónicas, se optó por utilizar React Native, propiedad de Facebook Inc. (ahora Meta Platforms, Inc.), pero que es

software libre y cuenta con buena documentación, y para el desarrollo de la aplicación de digitalización se verificó el estado del arte y se encontró que la mayor parte de aplicaciones de digitalización de archivos o de gestión documental están hechos en lenguaje PHP, por lo que se decidió usar el *framework* de PHP Laravel, al ser el más popular entre los desarrolladores de este tipo de lenguaje nativo.

Figura 1. Encuesta de uso por parte de pacientes de dispositivos móviles.



En el caso de las aplicaciones móviles, se comprobó que el uso del servidor web con el que cuenta el hospital era poco seguro y representaba una dificultad en su configuración y puesta en producción, a causa del uso que se le da a este *hardware* en el hospital, ya que en este reposa un

software de uso local que dificulta la instalación de nuevos componentes, *software* y cambios en su configuración, por lo que se optó por utilizar una tecnología nueva como la expuesta en la Figura 2.

En cuanto al almacenamiento de servicios en la nube, para el proyecto se eligió utilizar los servicios de Google, especialmente Firebase, el cual no solo provee el servicio de almacenamiento sino también brinda un servicio de autenticación IOAuth para utilizar cuentas preexistentes de Facebook o Google, y el servicio de notificaciones tipo *push* para el envío de notificaciones a los usuarios de las aplicaciones en segundo plano (sin que el usuario tenga la aplicación abierta). De acuerdo con Moroney (2017), Firebase es una mejora a las API ya existentes de conexión y da un conjunto de servicios comunes que son necesarios como una base de datos, autenticación, mensajería y más, lo cual facilita la creación de estos servicios por parte propia y agrega valor a la aplicación en construcción propia.

Firebase en su servicio de base de datos no relacional no SQL, basada en documentos con clave-valor, en el cual las tablas pasan a ser árboles de colecciones, los registros son documentos y datos, dándole una estructura similar a un archivo JSON como el de la Figura 3, en el cual a cada nuevo usuario que se registre en la aplicación le genera su estructura propia de datos personales, gestión de datos como citas médicas, recordatorios, toma de medicamentos y demás; este tipo de base de datos ofrece ventajas sobre el modelo más tradicional, entidad, relación y el uso de sentencias SQL, al ser más rápida la lectura/escritura de datos y el acceso a ellos mediante conexiones de internet.

Figura 2. Arquitectura de la aplicación de pacientes crónicos y de citas médicas.

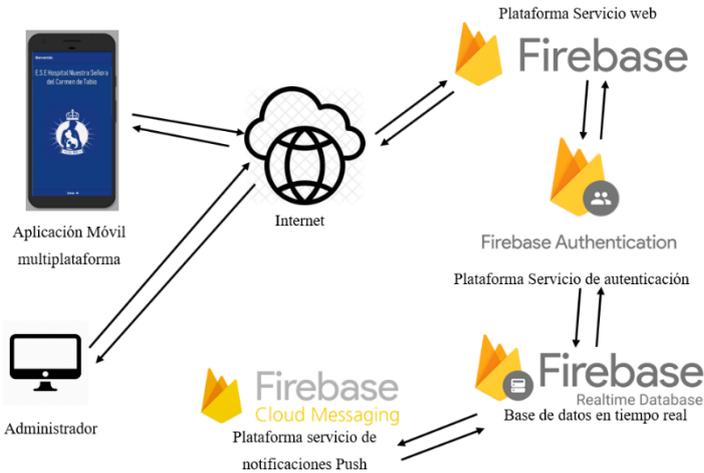
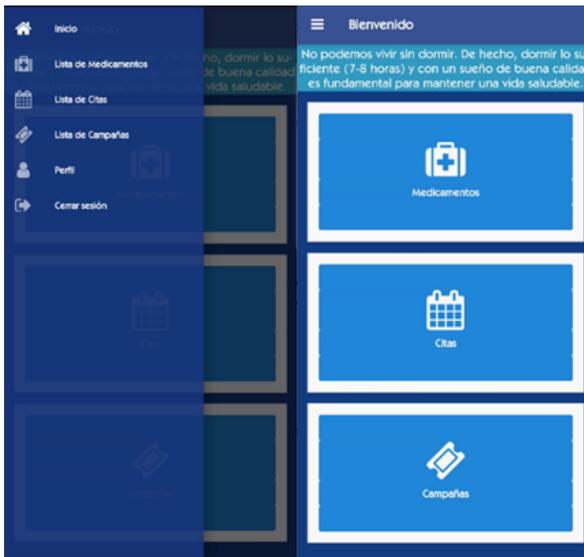


Figura 3. Estructura de una base de datos en Firebase.



Para los proyectos de aplicaciones móviles se usó el *framework* React Native, el cual está basado en JavaScript, que es un lenguaje de programación que ha crecido en uso y compatibilidad con sistemas operativos, navegadores y dispositivos en la última década, al ser un lenguaje que le ha permitido a la web 2.0 su dinamismo, y es usado para solucionar problemas de portabilidad y compatibilidad a los desarrolladores de aplicaciones (Gauchat, 2012). Paralelamente al desarrollo de las aplicaciones móviles, se realizó el del sistema de gestión documental el cual tras verificar con el personal encargado del área de archivo y las necesidades puntuales del hospital, se redujo su funcionalidad a la de digitalización de la documentación clínica, pero manteniendo el orden de la documentación de acuerdo con las tablas de retención documental, para posteriormente poder ampliar los módulos del *software*. Esto es una ventaja que ofrece Laravel, pues la versión usada en el proyecto (versión 5) presentó una estructura de directorio renovada (basada en el patrón de diseño vista-modelo-controlador), eliminando los formularios y ayudantes de HTML, introduciendo interfaces de contrato, una serie de nuevas vistas, servicios de autenticación de redes sociales, compilación de activos, gestión simplificada del entorno, solicitudes de formulario y un REPL nuevo (read-evaluate-print loop, en español ciclo de lectura, evaluación e impresión) (Stauffer, 2017), lo que permitió el desarrollo de aplicaciones con tiempos de carga y lectura mayores al uso de aplicaciones con desarrollo de PHP directo.

Figura 4. Inicio y menú principal de la aplicación de pacientes crónicos en Android e iOS.



Para el desarrollo de la aplicación de digitalización junto con Laravel, se seleccionó el motor de base de datos MySQL, específicamente por ser el lenguaje más comúnmente usado con PHP y derivados de este; asimismo, se usa por las ventajas y el apoyo de la comunidad de desarrolladores web que posee esta herramienta en su versión gratuita comparada con las de otros motores como SQL-Server o PostgreSQL, para lo cual se instaló XAMPP en un equipo en la red interna del hospital, ubicado en la sala principal del archivo general donde se utiliza como servidor en la red de equipos internos.

Durante el desarrollo de las aplicaciones con el uso de los *frameworks*, se evidenció la curva de aprendizaje para el uso de estos, pues como se puede apreciar en la Figura 6, muchas de estas herramientas al ser utilizadas deben cumplir con una sintaxis similar a la del lenguaje nativo en el que están desarrollados, pero dependiendo de cada uno. Así, el llamado a otros componentes, librerías, así como la creación de los diferentes componentes propios deben respetar las reglas impuestas tanto por el lenguaje como por el *framework*, lo que en un principio representa un retraso en el desarrollo; sin embargo, al revisar la documentación y los foros de los *frameworks* seleccionados, se puede acceder no solo a la información que en ellos reposa, sino también al apoyo y las sugerencias de la comunidad, donde React Native y especialmente Laravel cuentan con mucho respaldo por parte de los usuarios y en el caso de React Native también con el soporte de una empresa grande como lo es Facebook (Meta), algo similar ocurre con Firebase y MySQL, que son productos de Google y Oracle, respectivamente, por lo que la curva de aprendizaje de estos pese a todo puede ser acortada.

Figura 5. Inicio de aplicación móvil para solicitud, cancelación y reprogramación de citas médicas.



Otra de las ventajas que ofrece el uso de estas herramientas es la integración con otros servicios o librerías de amplio uso, como para las interfaces gráficas puede ser Material Design o Bootstrap, lo que ayuda a manejar una uniformidad y estética durante todo el desarrollo del *software*, sin invertir tanto tiempo en la realización de ajustes, pues este tipo de aplicaciones ya incluyen validaciones para el redimensionado, la rotación y acción de los componentes gráficos como botones, menús desplegados y otros, como se puede apreciar en las Figuras 4, 5 y 7, lo cual facilita su desarrollo y permite invertir más tiempo en las actividades de programación, testeado y pruebas de calidad que la industria exige y que por decisión de los desarrolladores de los *frameworks* se deben incluir en la sintaxis de los

software para que sean ejecutados y en el caso de las soluciones *cross-platform*, permitir la generación del código nativo.

Figura 6. Estructura del código en frameworks como Laravel y React Native.

```
3 namespace HospitalTabio;
4
5 use Illuminate\Database\Eloquent\Model;
6 use HospitalTabio\User;
7
8 class Role extends Model
9 {
10     protected $table = 'Roles';
11
12     // Relacion one to many // uno a muchos
13
14     public function Users(){
15         return $this->hasMany('HospitalTabio\User');
16     }
17
18     protected $fillable = ['nombre_rol'];
19 }
20
```

Una de las ventajas que ofrecen los *frameworks* para desarrollo móvil es la posibilidad de desarrollar en un entorno con especificaciones limitadas en cuanto a poder de procesamiento y compatibilidad, como ocurre con el desarrollo para Android, en el cual se suma el uso de servicios de terceros como Google, Microsoft o Amazon, que mediante la oferta que ofrecen de servicios en la nube y la compatibilidad de muchos componentes de los *frameworks* para consumir estos servicios, permiten añadir una capa de protección extra a los datos de los usuarios

y de las aplicaciones. En *frameworks* para aplicaciones web como Laravel también es posible realizar estas conexiones mediante la conexión de las API, sin embargo para el proyecto no se contemplaron por la dimensión y el tipo de los archivos que se deben almacenar, ya que de acuerdo con el Archivo General de la Nación en su *Guía de implementación de sistemas de gestión documental*, todo debe ser en formato PDF, con calidad mínima de 300 dpi, y esto en cuanto a envío y recepción de datos puede representar un consumo mayor de estos servicios y representar un gasto mayor para el hospital. Por esta razón no se consideró utilizarlo en el sistema de digitalización de documentos.

Figura 7. Ventana de digitalización de documentos con Laravel.

Hospital de Tabio Digitalizar Buscar Edición Lina ▾

Paciente
1019102219 -- Camila Villarraga ▾

Subserie
Historial psicologico ▾

Soportes
Hoja ▾

Frecuencias
Alta ▾

Fecha inicial
mm/dd/aaaa

Fecha final
mm/dd/aaaa

Número de folios
Ingrese el número de folios

Número de caja
Ingrese el número de caja

Número de carpeta
Ingrese el número de carpeta

Módulo
Ingrese el número de modulo

Observaciones

historia clinica
 odontología
 urgencias

Seleccione los archivos

Conclusiones

El desarrollo de aplicaciones médicas tanto para dispositivos móviles como equipos de cómputo puede verse beneficiado en tiempos de desarrollo y compatibilidad con diferentes sistemas operativos y navegadores utilizando los *frameworks* de desarrollo, gracias a la cantidad de información respectiva a la utilización de estos en la red, así como el concepto de programar una vez y poder ejecutar en una variedad de dispositivos diferentes.

La seguridad de los datos es un tema clave en el desarrollo de aplicaciones de telemedicina, especialmente los datos personales e información sensible, por lo que el uso de plataformas y servicios en la nube como los ofrecidas por empresas como Google brindan una protección extra a los datos; sin embargo, se recomienda implementar medidas de seguridad adicionales como son el cifrado en transporte como TLS/SSL, el cifrado en aplicaciones de los datos o la ofuscación del código, con el objetivo de dificultar la ingeniería inversa y de compilación de los ejecutables.

Las instituciones médicas públicas del país necesitan del apoyo de la academia para buscar soluciones a sus necesidades puntuales, sin que estas vean amenazados sus recursos económicos, y es deber de las instituciones de educación superior generar nuevo conocimiento nacido de este apoyo sinérgico.

Bibliografía

- El Tiempo. (1997). *Clasificación de los hospitales*. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-627858>
- Gauchat, J. D. (2012). *El gran libro de HTML5, CSS3 y JavaScript* (2.^a ed.). Marcombo.
- Laaziri, M., Benmoussa, K., Khouliji, S., Mohamed Larbi, K. y Yamami, A. (2019). A comparative study of Laravel and Symfony PHP frameworks. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 9(1), 704. <https://doi.org/10.11591/ijece.v9i1.pp704-712>
- Majchrzak, T., Biørn-Hansen, A. y Grønli, T.-M. (2017). Comprehensive analysis of innovative cross-platform app development frameworks. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences (2017)*, 6162-6171. <https://doi.org/10.24251/hicss.2017.745>
- Ministerio de Salud. (1994). *Decreto 1876 de 1994*. Diario Oficial 41 478, del 5 de agosto de 1994. [http://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal del Ciudadano/Salud/Secciones/Noticias/Documentos/2012/11-Noviembre/Decreto 1876 de 1994.pdf](http://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Salud/Secciones/Noticias/Documentos/2012/11-Noviembre/Decreto%201876%20de%201994.pdf)
- Ministerio de Salud. (2017). *Circular 025 de 2017*. [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Circular No. 025 de 2017.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Circular%20No.%20025%20de%202017.pdf)
- Moroney, L. (2017). *The definitive guide to firebase: build android apps on Google's mobile platform*. Apress.

Stauffer, M. (2017). Laravel: up y running. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).

Estilos de vida que afectan la salud de las personas con discapacidad intelectual, Centro de Vida Sensorial de Atención a la Persona con Discapacidad, Fusagasugá, 2020

Diana Marcela Lucero Cabra³⁴

Ingrid Vanesa Cagua Casallas³⁵

Jonathan Andrés Aguirre Perdomo³⁶

34 Estudiante del programa de Enfermería de la Universidad de Cundinamarca, seccional Girardot, con competencias culminadas en el área investigativa. <https://orcid.org/0000-0002-8026-2056>, dmlucero@ucundinamarca.edu.co

35 Estudiante del programa de Enfermería de la Universidad de Cundinamarca, seccional Girardot, con competencias culminadas en el área investigativa. <https://orcid.org/0000-0002-1653-4950>, icagua@ucundinamarca.edu.co

36 Estudiante del programa de Enfermería de la Universidad de Cundinamarca, seccional Girardot, con competencias culminadas en el área investigativa. <https://orcid.org/0000-0002-1156-4931>, jonathanaaguirre@ucundinamarca.edu.co

Resumen

En las personas con discapacidad intelectual (DI), la disminución de las habilidades representa un serio problema para el mantenimiento de un estado de salud óptimo, y un factor determinante de esto son los estilos de vida que desarrollan en su proceso de crecimiento.

Objetivo: determinar los estilos de vida que afectan la salud de las personas con DI, con el fin de promover estrategias educativas que fomenten la promoción de la salud. **Materiales y métodos:** estudio descriptivo transversal. Para lograr el objetivo se aplicó el cuestionario (HPLP II) de Nola Pender con 52 ítems, a una muestra piloto de jóvenes con DI. **Resultados:** de las cinco personas estudiadas, el 40 % se encontraron en la etapa del curso de vida juventud y adultez. Se encontró que los estilos de vida que afectan la salud son el sedentarismo, por la falta de actividades deportivas y recreativas, y el consumo alto de azúcar. Se resalta que las dimensiones de relaciones interpersonales y crecimiento espiritual tuvieron el mayor puntaje. **Conclusiones:** es importante fortalecer las estrategias educativas para mejorar los estilos de vida que promueven la salud en la población, y la familia tiene un papel fundamental como conocedora de las necesidades y los problemas de los jóvenes con DI, y es un elemento esencial para su desarrollo.

Palabras clave: adolescente, discapacidad intelectual, enfermería, estilo de vida, familia

Abstract

In people with intellectual disabilities (ID), the decrease in skills represents a serious problem for the maintenance of an optimal state of health, being a determining factor the lifestyles that they develop in their growth process.

Objective: To determine the lifestyles that affect the health of people with ID, in order to promote educational strategies that promote health promotion. **Materials and methods:** A descriptive cross-sectional study, to achieve the objective, the Nola Pender questionnaire (HPLP II) was applied with 52 items, the questionnaire was applied to a pilot sample of young people with ID. **Results:** Of the 5 people studied, 40 % were in the stage of the life course Youth and Adulthood with 40 %; It was found that the lifestyles that affect health are sedentary due to the lack of sports and recreational activities, and high sugar consumption, it is highlighted that the dimensions of interpersonal relationships and spiritual growth had the highest score. **Conclusions:** It is important to strengthen educational strategies to improve lifestyles that promote health in the population, the family plays a fundamental role in knowing the needs and problems of young people with ID, and is an essential element for their development.

Keywords: Adolescent, Intellectual Disability, Nursing, Lifestyle, Family, Health

Introducción

La Asociación Americana de discapacidades intelectuales y del desarrollo define la discapacidad intelectual como limitaciones significativas tanto en funcionamiento intelectual, como en conducta adaptativa, tal y como se ha manifestado en habilidades adaptativas, conceptuales y prácticas. Esta discapacidad se origina antes de los 18 años (Valmayor Safont, 2019).

En las personas con DI, la disminución en estas habilidades representa un serio problema para el mantenimiento de un estado de salud óptimo, y es un factor determinante los estilos de vida que desarrollen en su proceso de crecimiento. Se define estilos de vida como un modo típico de vida o manera de vivir característico de un individuo o grupo (Biblioteca Virtual en Salud, s. f.), los cuales pueden ser determinados por factores sociales, económicos, culturales, políticos y familiares que llevan a beneficiar o a deteriorar el estado de salud de las personas.

La OMS define la salud como un estado de bienestar físico, mental y social y no solo la ausencia de la enfermedad (Organización Mundial de la Salud, s. f.), que en las personas con discapacidad intelectual, al ser considerado un grupo vulnerable, diversos factores internos y externos pueden afectar su estado de salud. Externos: las barreras que la sociedad impone para su inclusión, exposición a maltrato tanto físico como psicológico y limitación en el acceso a centros educativos que fortalezcan el aprendizaje en estilos de vida saludable. Internos: pensamientos de inferioridad e incapacidad, falta de conocimiento en el requerimiento de un aporte nutricional adecuado, actividad física, buen manejo del estrés y responsabilidad en salud.

La familia tiene un papel fundamental en la creación de estilos de vida que beneficien la salud de las personas con DI, de allí la importancia de brindar educación para prevenir que factores como la nutrición lleven a futuras enfermedades como la obesidad, y es esta una de las afecciones prevalentes en esta población.

Las estrategias educativas utilizadas en esta población deben pretender no solo transmitir información, sino a su vez generar un cambio significativo que se refleje en un compromiso que con el pasar del tiempo evidencie conductas promotoras de salud.

Este proyecto se establecerá basado en el instrumento HPLP II de la teorista del Modelo de Promoción de la Salud Nola Pender, quien en su teoría menciona que es importante tener en cuenta las características, las emociones, las experiencias y los ejemplos pasados de la persona, ya que estos repercuten directa o indirectamente en la decisión de comprometerse con hábitos de vida saludable de la persona a lo largo de su ciclo vital. El instrumento cuenta con seis dimensiones (responsabilidad en salud, actividad física, nutrición, crecimiento espiritual, relaciones interpersonales y manejo del estrés) que establecen como resultado los comportamientos que presentan mayor frecuencia y que se consideran importantes para guiar estrategias adecuadas y mejorar la calidad de vida en las personas con discapacidad intelectual.

Desarrollo

La ubicación de las personas con discapacidad intelectual leve y moderada se llevó a cabo en los municipios de procedencia de los investigadores (Fusagasugá, Pasca y Viotá). Debido a la facilidad de acceso y disponibilidad, se acordó una primera cita para el acercamiento con los familiares y las personas participantes, allí se explicó la finalidad del proyecto y se realizó el diligenciamiento del consentimiento informado del acudiente responsable y el asentimiento de la muestra del estudio.

El instrumento fue aplicado a cinco personas con discapacidad intelectual leve, los cuales estuvieron con el cuidador o el familiar responsable de su cuidado. Se estableció un tiempo promedio de 40 minutos para diligenciamiento del instrumento.

La información recolectada se procesó mediante la herramienta Excel y se elaboró una base de datos. Mediante la estadística descriptiva, se generó un resumen de los datos obtenidos de la investigación con base en la dimensión sociodemográfica y las seis dimensiones del instrumento. Los análisis obtenidos del procesamiento de la información serán interpretados según la distribución de edad del enfoque de curso de vida. El análisis de los resultados se realiza por cada participante, describiendo el comportamiento de la persona en cada una de las dimensiones según el puntaje obtenido y detallando los estilos de vida que afectan la salud.

Conclusiones

El cuidado es la esencia de la profesión de enfermería, y todas las personas independiente de su condición física, mental o psicológica deben recibir un cuidado integral y ser partícipes tanto en los procesos de formación, como en el área asistencial e investigativa de los profesionales de la salud.

A lo largo de la vida de una persona con discapacidad intelectual tiene un papel decisivo la formación de hábitos conductuales que beneficien su salud, los cuales van de la mano con la educación recibida, el amor, el afecto, la empatía y el apoyo por parte de su círculo familiar, social y profesional, quienes en ocasiones caen en el error de sobreproteger y de limitar sus capacidades, dejando de lado el derecho a ser informado e incentivar el desarrollo de comportamientos autónomos e independientes que con el pasar de los días podrían tener repercusiones emocionales y físicas.

Con base en esto, desde el inicio de nuestro proceso formativo ha existido una limitante tanto en el acceso a contenidos temáticos como en la realización de intervenciones dirigidas a la población con discapacidad intelectual, ejemplo de esto son las dificultades presentadas durante la ejecución del presente proyecto de investigación, ya que en un momento se rechazó la idea y no se le vio la importancia.

El instrumento se encuentra validado y es de acceso libre para investigaciones en salud que apliquen la teoría de Nola Pender. Fue formulado de manera simple, personal y precisa, de acuerdo con las características de la población,

lo cual facilitó su aplicación.

Se logró caracterizar a la población y se encontró que 4 de los participantes son de género femenino y 1 de género masculino; y predominan los estratos socioeconómicos 1 y 2 con 2 participantes, respectivamente. En cuanto al curso de vida imperan: Juventud con un 40 % de la muestra y Adulthood con un 40 %. Respecto al Índice de Masa Corporal, se resalta que 2 participantes tuvieron resultados elevados, el primero reporta un IMC de 25,48 kg/m que lo clasifica en sobrepeso; el segundo reporta un IMC de 35,34 kg/m con una clasificación de obesidad grado 2 según la clasificación de la OMS del estado nutricional de acuerdo con el IMC. Por lo que se propone incentivar la realización progresiva de actividad física 3 veces por semana con una duración de 30 minutos, disminuir el consumo de alimentos con un alto índice de azúcar y grasas, aumentar el consumo de frutas y verduras, y asistir regularmente a controles médicos.

El instrumento “Perfil de estilo de vida que promueve la salud II” permite ilustrar el nexo entre características personales, experiencias, conocimientos, creencias y aspectos situacionales vinculados con los comportamientos o las conductas de salud que se pretenden lograr.

Se logró explicar de manera detallada y ordenada la responsabilidad en salud de las personas con discapacidad intelectual, y se encontró la falta de asistencia, conocimientos e información en salud en la población objeto de estudio, pero en la cual la familia es el factor principal para que junto con la población objeto de estudio tengan una conducta promotora de salud.

Se identificó que la población presenta un estilo de vida sedentario por la baja realización de actividad física y el consumo de alimentos poco saludables con un alto nivel de grasas, azúcares y sustancias dañinas para el organismo.

Las relaciones interpersonales en la población objeto de estudio son significativas y enriquecedoras con sus familiares, pero bajas en cuanto a pasar tiempo con amigos íntimos y en las maneras de llenar sus necesidades de intimidad.

Se logró describir la percepción de las personas con DI, en cuanto al crecimiento espiritual y manejo del estrés, quienes se sienten satisfechos consigo mismos, entendiendo que su vida tiene un propósito pero necesitan intervenciones de enfermería que fortalezcan las técnicas de manejo de situaciones estresantes y el proyecto de vida a corto, mediano y largo plazos.

Se concluye la importancia de fortalecer las estrategias educativas para mejorar los estilos de vida promotores de salud en la población, por ello se diseñó una estrategia educativa titulada: "edificando estilos de vida" plasmada mediante una unidad didáctica.

Bibliografía

- Abanto Zaña, A. Z. y Álvarez Almanza, G. L. (2018). *Sentimientos de los cuidadores de los niños con discapacidad intelectual*.
- Alonso, M. I. y Gómez, M. B. (2016). Apoyo social y afrontamiento del estrés en personas con discapacidad intelectual. *Revista INFAD de Psicología. International. Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 215-220.
- Biblioteca Virtual en Salud. (s. f.). Descriptores en ciencias de la salud. <http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxis1660.exe/decsserver/>
- Caton, S., Chadwick, D., Chapman, M., Turnbull, S., Mitchell, D. y Stansfield, J. (2013). Estilos sanos de vida en adultos con discapacidad intelectual: qué conocen, factores que los benefician y dificultan. *Revista Síndrome de Down*, 30(116), 20-32. <http://riberdis.cedd.net/handle/11181/3707>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2018). *Sala situacional de las personas con discapacidad*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/sala-situacional-discapacidad-junio-2018.pdf>
- Mirón, J. A., Alonso Sardón, M., Serrano López de las Hazas, A. y Sáenz González, M. (2008). Calidad de vida relacionada con la salud en personas con discapacidad intelectual en España. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 24(5), 336-344. <https://scielosp.org/article/rpsp/2008.v24n5/336-344/#ModalArticles>

- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (s. f.). *Temas de salud*. <https://www.who.int/es/about/who-we-are/frequently-asked-questions>.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2017). *Definición de familia*. <https://www.monografias.com/docs/DEFINICION-DE-FAMILIA-SEGUN-LA-OMS-P3UK6GPJ8GNY>
- Ortiz, M. V. (2014). *Labor del cuidador del niño en situación de discapacidad crónica y el impacto de la rehabilitación sobre esta labor*. <http://bdigital.unal.edu.co/43645/1/46381876.2014.pdf>
- Valmayor Safont, S. (2019). *Elaboración de un instrumento de evaluación del estilo de vida relacionado con la salud en población joven con discapacidad intelectual leve y moderada*. https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2018/hdl_10803_665971/svs1de1.pdf

Resultados del Grupo de Investigación GREICO

César Augusto Giraldo Duque³⁷

³⁷ Administrador de empresas y especialista en Servicios Sociales de la Fundación Universitaria Luis Amigó, FUNLAM. Mágister en Educación del Instituto Tecnológico de Monterrey y máster en Educación de la Uniminuto. Doctor en Ciencias Administrativas y Económicas, doctor en Ciencias Jurídicas de la Universidad para la Cooperación Internacional de México (UCIMEXICO) y posdoctor en Administración de Negocios del Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente (CENID). Docente investigador de la Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000000282072942>, cesaragiraldo@ucundinamarca.edu.co

Resumen

El Grupo de Estudios Interdisciplinarios de Contabilidad (GREICO) fue creado en 2013 en el programa de Contaduría Pública con el fin de fortalecer la investigación en docentes y estudiantes mediante la participación activa en eventos científicos, la formulación de propuestas investigativas, vinculando docentes y estudiantes en proyectos tanto internos como externos e incorporando en sus actividades estudiantes semilleristas que se forman como investigadores que representan a la Universidad en todos los eventos en que participan. En los 7 años de antigüedad se han desarrollado 6 proyectos de investigación, 5 capítulos de libro y un libro de investigación, 63 ponencias presentadas por los docentes y estudiantes semilleristas, 2 artículos en revistas indexadas y 10 artículos en revistas de divulgación, además de participación en encuentros de semilleros, foros de investigación y congresos internacionales y nacionales.

Abstract

The Interdisciplinary Accounting Studies Group (GREICO) was created in 2013 in the public accounting program in order to strengthen research in teachers and students through active participation in scientific events, the formulation of research proposals, linking teachers and students in both internal and external projects, incorporating in their activities semester students who are trained as researchers representing the university in all events that participate, In the 7 years of antiquity, 6 research projects have been developed, 5 book chapters, and a research book, 63 papers presented by teachers and students young researchers, 2 articles in indexed journals and 10 articles in popular magazines, participation in meetings of seedbeds, research forums, international and national congresses.

Palabras claves: investigación, estudiantes semilleristas, docentes investigadores, ponencias

Keywords: Research, Semester students, Research teachers, Lectures.

Introducción

El Grupo GREICO ha venido desarrollando investigaciones en conjunto con otros equipos de investigación de la Universidad de Cundinamarca y gracias a ello ha podido presentar ante el programa de Contaduría Pública capítulos de libros, artículos y ponencias en diferentes escenarios, y a la vez ha formulado proyectos de investigación para convocatorias internas y externas de las cuales una se desarrolla en el fortalecimiento de semilleros sobre cambios significativos en los atractivos y recursos turísticos, la cual está en proceso. Además, una investigación sobre cultura emprendedora investigativa, también en proceso, otra sobre contabilidad ambiental que está en proceso de revisión y aprobación por parte de la Dirección de Investigación, y una última en proceso de asignación de recursos económicos, la cual se desarrollará en conjunto con la Universidad Nacional de Colombia.

Este artículo presenta el nombre de los seis proyectos aprobados desde 2014, el nombre del libro y los capítulos de libros publicados por el grupo de investigación, los artículos presentados en revistas científicas y de divulgación, la cantidad de ponencias presentadas cada año en diferentes actividades científicas y los principales resultados de las dos investigaciones que se desarrollaron en 2020.

Desarrollo

El Grupo de Investigación GREICO, de Facatativá, fue creado en octubre de 2013 y se encuentra adscrito al programa de Contaduría Pública, extensión Facatativá. Actualmente está liderado por César Augusto Giraldo Duque y cuenta con dos semilleros de investigación denominados Bacatá y Semillas de Facatativá.

Tabla 1. *Proyectos de investigación vinculados al programa de Contaduría Pública, extensión Facatativá.*

Responsable	Proyecto	Año
César Alberto Wilches Martínez Armando Piraquive Cortés	Asesoría y consultoría contable en organizaciones financieras	2014 a 2016
César Alberto Wilches Martínez Miguel Sierra Álvarez	Análisis del modelo pedagógico para la formación profesional en sistemas contables en la Universidad de Cundinamarca (Colombia) desde la perspectiva del pensamiento complejo	2015 a 2016

Armando Piraquive Cortés	Estudio sobre la participación de las mujeres en el sector empresarial región Sabana de Occidente, departamento de Cundinamarca: su aporte al crecimiento económico de las organizaciones y al desarrollo regional	2015 a 2017
César Augusto Giraldo Duque	Estudio del subsector turismo en el departamento de Cundinamarca	2016 a 2018
César Augusto Giraldo Duque	Cultura emprendedora e investigativa en las regiones Sabana de Occidente, Centro y Norte del departamento de Cundinamarca	2018 a la fecha
César Augusto Giraldo Duque	Cambios significativos en los atractivos turísticos de la provincia de la Sabana de Occidente	2019 a la fecha

Fuente: Colciencias (s. f.).

Tabla 2. Capítulos de libro

Título	Autor	Año
Estudio sobre la motivación laboral y comportamiento organizacional desde el punto de vista de los profesionales en formación de Contaduría Pública en la Universidad de Cundinamarca	César Augusto Giraldo	2019
Sistematización de la experiencia investigativa en el desarrollo de la caracterización turística de la región Sabana de Occidente en Cundinamarca	César Augusto Giraldo	2018
Identificación de los principales aspectos generados por la oferta y demanda turística en Villeta, Cundinamarca	César Augusto Giraldo	2018
La educación contable como desafío para las nuevas generaciones en el marco del posconflicto	Miguel Sierra César Alberto Wilches	2018

Fuente: GREICO (2020).

Tabla 3. *Publicaciones de artículos científicos en revistas indexadas*

Título	Autor	Año
La corresponsabilidad existente entre el derecho a la educación frente al derecho constitucional colombiano en el período comprendido entre los años 2011 al 2016	César Augusto Giraldo Duque	2018
Problemática social y cultural que se presenta en la economía informal en la localidad de Suba de la ciudad de Bogotá	César Augusto Giraldo Duque	2016

Fuente: GREICO (2020).

Tabla 4. *Publicaciones de artículos en revistas no indexadas o de divulgación*

Título	Autor	Año
Identificar la oferta y la demanda turística en el municipio de Subachoque, resultado del proyecto de macroturismo desarrollado en la Universidad de Cundinamarca entre 2016 y 2018	César Augusto Giraldo Duque	2019
Transformación de los atractivos y recursos turísticos por el uso y el desuso en los municipios de El Rosal y Bojacá, Cundinamarca	César Augusto Giraldo Duque	2019
Análisis de los resultados de las pruebas Saber Pro, programa de Administración de Empresas, Facatativá, desde 2013 hasta 2015	César Augusto Giraldo Duque	2018
La corresponsabilidad existente entre el derecho a la educación frente al derecho constitucional colombiano en el período comprendido entre los años 2011 al 2016	César Augusto Giraldo Duque	2018

La informalidad como estilo de vida o una solución a la crisis económica	César Augusto Giraldo Duque	2018
Identificación de los principales aspectos generados por la oferta y la demanda turística en Villeta, Cundinamarca	César Augusto Giraldo Duque	2018
La educación pública frente a la educación privada: una comparación de beneficios	César Augusto Giraldo Duque	2018
Diagnóstico <i>Revista Pensamiento Udecino</i>	César Augusto Giraldo Duque	2017
Problemática social y cultural que se presenta en la economía informal en la localidad de Suba de la ciudad de Bogotá	César Augusto Giraldo Duque	2016
Empresas de la Sabana de Occidente del departamento de Cundinamarca en municipios estratégicos: Facatativá, Madrid, Funza y Mosquera. Su aporte de género profesional o empírico a las organizaciones en crecimiento económico y desarrollo de la región	Armando Piraquive Cortés	2016

Fuente: GREICO (2020).

- En 2016 se realizaron 4 ponencias por parte de los semilleristas de investigación.
- En 2017, 12 ponencias a cargo de los semilleristas de investigación.
- En 2018, 18 ponencias por parte de los semilleristas de investigación.
- En 2019, 23 ponencias a cargo de los semilleristas de investigación.
- A causa de la pandemia solo se realizaron 2 ponencias en el IPA 2020 llevadas a cabo por el docente investigador y 4 semilleristas, y en el IIPA 2020 se presentaron 4 ponencias.

Del proyecto “Cultura emprendedora e investigativa en las regiones Sabana de Occidente, Centro y Norte del departamento de Cundinamarca”, se presentaron los resultados de investigación sobre estudiantes, docentes y egresados y se proyecta la publicación de 4 capítulos de libro en español y 4 capítulos en inglés.

Entre los resultados más relevantes de esta investigación se destaca:

En el perfil cultura emprendedora investigativa de los estudiantes de la extensión de Facatativá, se entrevistaron a 544 personas de las cuales el 72,6 % responden a la necesidad de logro en investigación, y el 71,5 % se identifican con la innovación en metodologías o productos de investigación, lo que permite evidenciar que los estudiantes actualmente se esfuerzan por realizar sus actividades investigativas y buscan la forma de publicar su contenido utilizando herramientas tecnológicas.

A la vez, el 70,6 % de los entrevistados se identifican con los valores de emprendimiento investigativo y el 61 % dan más importancia al rasgo de institucionalidad de investigación en la UCundinamarca, mientras que el 66,2 % de los entrevistados están de acuerdo con asumir riesgos en investigación. Con la implementación de las Normas APA y la utilización de herramientas tecnológicas, los estudiantes tienen la oportunidad de realizar trabajos inéditos respetando las reglas de presentación.

En el perfil de cultura emprendedora investigativa de los docentes de la extensión de Facatativá, se evidencia la participación de 87 personas entrevistadas, de las cuales el 81,1 % dan mayor importancia a la necesidad del logro en investigación y publicaciones; a la vez el 80,7 % de los docentes coinciden en la innovación en metodología o productos de investigación y el 77,8 % prefieren la creatividad e innovación ya que se puede lograr mejores resultados con nuevas técnicas y nuevos procesos.

Se pudo observar que el 74,5 % de los entrevistados se identificaron con el control y las formas de influencia en resultados de investigación, mientras que el 74,4 % se identificaron con la autoestima, la confianza y el sentimiento de competencia investigativa. El 77,4 % de los docentes están a favor de los valores de emprendimiento investigativo y el 70 % valoran la institucionalidad de investigación en la Universidad de Cundinamarca. De acuerdo con estos resultados, se observa que las políticas de investigación y la normativa de la Universidad son tenidas en cuenta por los colaboradores al momento de realizar sus actividades investigativas.

En el perfil de cultura emprendedora investigativa de los graduados, se entrevistaron 168 personas y se observa que el 72,1 % están de acuerdo con los valores de emprendimiento investigativo, seguido del 71,6 % con la necesidad de logro en investigación, lo que indica que estas personas comprenden y acatan las normas de investigación y a la vez sienten la necesidad de investigar como parte de su quehacer laboral.

El 71,5 % consideraron la creatividad e innovación como algo relevante ya que forma parte de su vida profesional, mientras que el 56,6 % de entrevistados están de acuerdo con la institucionalidad de investigación en la Universidad de Cundinamarca aunque ya no estén vinculados a ella.

Proyecto de la I Convocatoria interna para el fortalecimiento de semilleros de investigación 2018, aprobada en noviembre de 2019, sobre cambios significativos en los atractivos turísticos en la provincia Sabana de Occidente. Principales hallazgos:

Bojacá tuvo la participación de 199 entrevistados y se observó:

- Iglesia de Nuestra Señora de la Salud: de 22,11 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no la conocen; el 10,05 % manifiestan que está sucia y deteriorada; el 11,55 % indican que esta solo sucia; el 21,10 % señalan que solo está deteriorada; el 40,70 % dicen que está conservada y el 86,84 % afirman que vale la pena visitarla.
- Piedras de Chivonegro: el 30,65 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no las conocen; el 7 % manifiestan que están sucias,

con basuras y deterioradas; el 13,56 % indican que están solo sucias; el 20,60 % señalan que solo están deterioradas; el 27,63 % dicen que están conservadas y el 78,89 % afirman que vale la pena visitarlas.

- Caminos Reales: el 23,61 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no los conocen; el 4 % manifiestan que están sucios, con basuras y en mal estado; el 17,58 % indican que están solo sucios; el 18,59 % dicen que solo están en mal estado; el 22,61 % expresan que están conservados y el 70,35 % afirman que vale la pena visitarlos.

Facatativá tuvo la participación de 183 entrevistados y se observó:

- Parque Piedras del Tunjo: el 3 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no las conocen; el 4,3 % manifiestan que están sucias, con basuras y deterioradas; el 10,92 % indican que están solo sucias; el 29,50 % dicen que solo están deterioradas; el 45,35 % expresan que están conservadas y el 93,44 % afirman que vale la pena visitarlas.
- Alto de la Tribuna: el 34,97 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no lo conocen; el 11,47 % manifiestan que está sucio, con basuras y deteriorado; el 15,84 % indican que está solo sucio, el 22,40 % expresan que solo está deteriorado; el 16,39 % dicen que está conservado y el 71,58 % afirman que vale la pena visitarlo.
- Iglesia Nuestra Señora del Rosario: el 34,42 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no la conocen; el 5,4 % manifiestan que está sucia y deteriorada; el 9,83 % indican que

está solo sucia; el 15,84 % expresan que solo está deteriorada; el 34,42 % dicen que está conservada y el 71,03 % afirman que vale la pena visitarla.

Funza tuvo la participación de 209 entrevistados y se observó:

- Monumento a la diosa Bachué: el 46,41 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no lo conocen; el 4,78 % manifiestan que está sucio, con basuras y deteriorado; el 15,31 % indican que está solo sucio; el 18,18 % expresan que solo está deteriorado; el 15,31 % dicen que está conservado y el 66,50 % afirman que vale la pena visitarlo.
- Casa de la Cultura: el 29,66 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no la conocen; el 5,74 % manifiestan que está sucia y deteriorada; el 20,09 % indican que está solo sucia; el 22,96 % señalan que solo está deteriorada; el 21,53 % expresan que está conservada y el 75,11 % afirman que vale la pena visitarla.
- Museo Parroquial: el 46,88 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no lo conocen; el 7,65 % manifiestan que está sucio y deteriorado; el 16,74 % indican que está solo sucio; el 14,35 % señalan que solo está deteriorado; el 14,35 % dicen que está conservado y el 66,50 % afirmaron que vale la pena visitarlo.

Madrid tuvo la participación de 173 entrevistados y se observó:

- Estación del Ferrocarril: el 26,01 % de personas aunque viven en la población no la conocen; el 21,96 % manifiestan que está sucia, con basura y

deteriorada; el 24,27 % indican que está solo sucia; el 21,38 % señalan que solo está deteriorada; el 6,35 % dicen que está conservada y el 58,38 % afirman que vale la pena visitarla.

- Palacio Municipal: el 29,47 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no lo conocen; el 7,51 % manifiestan que está sucio y deteriorado; el 22,54 % indican que está solo sucio; el 20,80 % dicen que solo está deteriorado; el 19,65 % señalan que está conservado y el 71,67 % afirman que vale la pena visitarlo.
- Caminos Reales: el 33,52 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no los conocen; el 9,24 % manifiestan que está sucios, con basuras y deteriorados; el 17,91 % indican que están solo sucios; el 21,38 % señalan que solo están deteriorados; el 17,91 % dicen que están conservados y el 80,92 % afirman que vale la pena visitarlos.

Mosquera tuvo la participación de 118 entrevistados y se observó:

- Desierto Sabrinsky: el 40,30 % de personas entrevistadas aunque viven en la población no lo conocen; el 8,47 % manifiestan que está sucio, con basuras y en mal estado; el 12,71 % indican que está solo sucio; el 16,10 % señalan que solo está en mal estado; el 14,40 % dicen que está conservado y el 62,71 % afirman que vale la pena visitarlo.
- Piedras del cerro de las Cátedras: el 52,54 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no las conocen; el 7,62 % manifiestan que están sucias, con basuras y deterioradas; el 8,47 % indican que están solo sucias; el 15,25 % señalan que solo están deterioradas; el 31,35 % dicen que

están conservadas y el 57,62 % afirman que vale la pena visitarlas.

- La Casa de la Cultura: el 23,72 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no la conocen; el 15,25 % manifiestan que está sucia y deteriorada; el 19,49 % indican que está solo sucia; el 31,35 % señalan que solo está deteriorada; el 18,64 % dicen que está conservada y el 67,79 % afirman que vale la pena visitarla.

El Rosal tuvo la participación de 206 entrevistados y se observó:

- Monasterio Benedictino: el 42,23 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no lo conocen; el 6,31 % manifiestan que está sucio y deteriorado; el 8,52 % indican que está solo sucio; el 18,44 % señalan que solo está deteriorado; el 24,75 % dicen que está conservado y el 62,62 % afirman que vale la pena visitarlo.
- Vereda Aguas Calientes: el 42,23 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no la conocen; el 9,22 % manifiestan que está sucia y el sector en mal estado; el 19,41 % indican que está solo sucia; el 16,01 % señalan que solo está en mal estado; el 12,62 % dicen que está conservada y el 59,70 % afirman que vale la pena visitarlas.
- Caminos Reales: el 34,92 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no los conocen; el 4,36 % manifiestan que están sucios y deteriorados; el 17,96 % indican que están solo sucios; el 23,30 % señalan que solo están deteriorados; el 18,93 % dicen que están conservados y el 64,56 % afirman que vale la pena visitarlos.

Subachoque tuvo la participación de 145 entrevistados y se observó:

- **Bosques de Niebla:** el 60 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no los conocen; el 4,82 % manifiestan que están sucios, con basura y en mal estado; el 5,51 % indican que están solo sucios; el 16,55 % señalan que solo están en mal estado; el 13,10 % dicen que están conservados y el 60 % afirman que vale la pena visitarlos.
- **Alto del Bosque:** el 58,62 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no lo conocen; el 4,13 % manifiestan que está sucio, con basura y en mal estado; el 6,89 % indican que está solo sucio; el 49,65 % dicen que solo está en mal estado; el 12,41 % señalan que está conservado y el 61,37 % afirman que vale la pena visitarlo.
- **Cerro de las Cuchillas:** el 59,31 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no lo conocen; el 3,44 % manifiestan que está sucio, con basuras y en mal estado; el 6,20 % indican que está solo sucio; el 15,86 % señalan que solo está deteriorado; el 15,17 % dicen que está conservado y el 57,93 % afirman que vale la pena visitarlo.

Zipacón tuvo la participación de 147 entrevistados y se observó:

- **Alto de la Virgen del Amor Hermoso:** el 43,53 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no lo conocen; el 6,8 % manifiestan que está sucio, con basura y deteriorado; el 21,08 % indican que está solo sucio; el 15,64 % señalan que solo está deteriorado; el 12,92 % dicen que está conservado y el 66,66 % afirman que vale la pena visitarlo.

- Cerro del Señor de los Milagros: el 43,53 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no lo conocen; el 2,04 % manifiestan que está sucio, con basuras y deteriorado; el 20,48 % indican que está solo sucio; el 15,64 % señalan que solo está deteriorado; el 17,68 % dicen que está conservado y el 69,38 % afirman que vale la pena visitarlo.
- Capilla Doctrinera: el 23,12 % de personas entrevistadas, aunque viven en la población no la conocen; el 2,04 % manifiestan que está sucia y deteriorada; el 10,88 % indican que está solo sucia; el 17,68 % señalan que solo está deteriorada; el 15,64 % dicen que está conservada y el 58,5 % afirman que vale la pena visitarla.

Conclusiones

El Grupo de Investigación GREICO desde 2014 ha desarrollado actividades investigativas junto a otros grupos de investigación de la Universidad de Cundinamarca, y aunque aun no se ha categorizado ante Colciencias, se destaca por participar en eventos científicos en diferentes universidades con la vinculación de estudiantes semilleristas que presentan avances de las investigaciones en proceso. Debido a la falta de docentes contadores investigadores no se ha podido desarrollar una investigación que sea solo de carácter disciplinar y solo hasta el 2020 se ha contado con la aprobación de una investigación sobre contabilidad ambiental que

está en proceso de revisión por parte de la Dirección de Investigación.

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que se han cumplido las metas establecidas por el programa de Contaduría y la Dirección de Investigación, y se proyecta desarrollar un estudio en el 2021 con la Universidad Nacional de Colombia, que permita fortalecer el aspecto investigativo en el programa.

Bibliografía

Giraldo, C. A. (2020). *CvLAC de César Augusto Giraldo*. Universidad de Cundinamarca. http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001634792

GREICO. (2020). *Grupo de investigación GREICO. Universidad de Cundinamarca*. <https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000006176>

Análisis de la eficiencia del almidón de papa oxidado como coagulante en el tratamiento de aguas provenientes de la desembocadura del río Bogotá

Dayana Alexandra Lozada Ayala³⁸

María Aldaya Rodríguez³⁹

John Jairo Sandoval Valencia⁴³

38 Ingeniera ambiental, Universidad de Cundinamarca, <https://orcid.org/0000-0001-9906-1599>, dalozada@ucundinamarca.edu.co

39 Ecóloga, Universidad del País Vasco. Especialista en Enseñanza de las Ciencias Naturales con Énfasis en Educación Ambiental, Universidad Isabel I. Docente TCO del programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0001-9292-6641>, maldayar@ucundinamarca.edu.co.

43 Químico de la Universidad del Quindío. Magíster en Química Inorgánica Molecular, Universidad de Alcalá. Doctor en Química, Universidad de Sevilla. Docente TCO del programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-3177-8777>, jjairosandoval@ucundinamarca.edu.co

Resumen

En esta investigación aplicada, el almidón de papa (*Solanum tuberosum*) se sometió a distintos tratamientos físicoquímicos, tal como el uso del hipoclorito de sodio y la radiación ultravioleta (UV) para favorecer la oxidación de los grupos funcionales del polisacárido y mejorar sus características como posible coagulante natural. Los materiales obtenidos fueron evaluados con muestras de agua provenientes de la desembocadura del río Bogotá al río Magdalena en Girardot, Cundinamarca. Los materiales obtenidos con hipoclorito de sodio (con distintas concentraciones de cloro) y luz UV, los cuales presentaron resultados de remoción de la turbidez entre el 64 y 96 % en muestras de agua del río Bogotá, mientras la prueba control (almidón sin modificar) presenta un 59 % de remoción de turbidez, en las mismas condiciones en el test de jarras. Por lo tanto, los resultados demuestran que existe un efecto del tratamiento físicoquímico en el polisacárido y presentan un uso potencial en el tratamiento de aguas. Por otra parte, pensando en reducir la concentración de aluminio en los sistemas convencionales de potabilización de aguas, se ha utilizado el polímero natural como coadyuvante [almidón de papa modificado + $Al_2(SO_4)_3$] obteniéndose de igual manera resultados satisfactorios, ya que la turbidez se reduce en promedio un 97 % y el pH del agua se mantiene en un valor óptimo (entre 6 y 7) para una disposición final. En este trabajo se muestran algunos resultados preliminares para dar continuidad a otras investigaciones y fomentar el uso de materiales derivados de la biomasa en procesos de tratamiento de agua cruda.

Abstract

In this applied research potato starch (*Solanum tuberosum*) was subjected to various physico-chemical treatments, such as the use of sodium hypochlorite and ultraviolet (UV) radiation to promote the oxidation of polysaccharide functional groups and improve their characteristics as a possible natural coagulant. The materials obtained were evaluated with water samples from the mouth of the Bogotá River to the Magdalena River in Girardot-Cundinamarca. The materials obtained with sodium hypochlorite (with different concentrations of chlorine) and UV light, presented results of turbidity removal between 64 and 96 % in water samples from the Bogotá River, while the control test (unmodified starch) has a 59 % turbidity removal, under the same conditions in the jug test. Therefore, the results show that there is an effect of physico-chemical treatment on polysaccharide and have a potential use in water treatment. Moreover, in order to reduce the concentration of aluminium in conventional water purification systems, the natural polymer has been used as an adjuvant [modified potato starch + $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$], obtaining satisfactory results, the turbidity is reduced on average by 97 % and the pH of the water is maintained at an optimal value (between 6 and 7) for a final arrangement. In this undergraduate work some preliminary results are shown to give continuity to other investigations and to promote the use of materials derived from biomass in raw water treatment processes

Palabras clave: almidón de papa, coagulante natural, río Bogotá

Keywords: Potato starch, Natural coagulant, Bogotá river.

Introducción

El agua es la sustancia más abundante en la Tierra y se mantiene en constante circulación gracias al ciclo del agua. No existe de forma pura en la naturaleza debido a que en su recorrido (evaporación, condensación, precipitación, infiltración y escorrentía) recoge impurezas provenientes del aire, del suelo y de las descargas de aguas residuales domésticas e industriales (Gray, 1994).

Las impurezas presentes en el agua pueden ser responsables de diferentes enfermedades cuando se utiliza para consumo humano; según la Organización Mundial de la Salud (OMS), diversos casos de muerte han estado relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera y diarrea, entre otras, por el consumo directo e indirecto de aguas no tratadas.

Uno de los procesos ampliamente estudiados que es utilizado para remediar o prevenir estas situaciones desde la ingeniería ambiental, es el tratamiento de los vertimientos. Este tratamiento se lleva a cabo dependiendo de los usos que se le hayan dado, ya que es importante que el agua cumpla con determinados parámetros de calidad (parámetros físicos, químicos y microbiológicos) estipulados en la ley ambiental legal vigente, en su retorno al medioambiente.

El cumplimiento de los diferentes parámetros de calidad implica realizar diferentes tratamientos al agua, entre ellos procesos de coagulación, floculación, sedimentación,

filtración y desinfección (Chulluncuy, 2011). Cada uno de estos cumple un rol fundamental durante el tratamiento debido a que llevan a la mejora de diferentes parámetros de calidad de aguas (Torres *et al.*, 2009).

La coagulación y la floculación son los procesos más importantes en el tratamiento convencional del agua ya que con ellos se busca eliminar las partículas coloidales suspendidas en el agua. En la actualidad los coagulantes más utilizados son compuestos de origen químico, derivados de sales minerales de hierro y aluminio, los cuales desencadenan diferentes problemáticas ambientales, razón que ha motivado a varios países latinoamericanos a utilizar coagulantes naturales extraídos de especies vegetales o animales nativos (Fernández, 2008; Solís *et al.*, 2012; Rondón *et al.*, 2017; Choque *et al.*, 2018).

El uso de coagulantes naturales data desde la década de los años 70 del siglo XX (Cabrera *et al.*, 2017) a partir de la necesidad de reducir el uso de sustancias químicas y a su vez generar un menor impacto socioambiental en el desarrollo del ser humano, además de buscar el aprovechamiento de la biomasa y así reducir los grandes volúmenes de residuos no biodegradables normalmente producidos en los procesos de tratamiento de aguas.

Desarrollo

El almidón de papa se sometió a diversas modificaciones para medir su efectividad frente a un coagulante convencional como producto más utilizando: el sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$); así, todos los ensayos se llevaron a cabo con suspensión al 1 % P/V.

Se realizaron ocho ensayos de laboratorio, según se indica en la Tabla 1, donde CF indica coagulación-floculación. Se hizo uso de equipos como test de jarras, turbidímetro y un dispositivo el cual media pH y conductividad eléctrica. Para el test de jarras siempre se usó en tiempo constante de revoluciones, para la fase de coagulación 100 rpm por minuto, en fase de floculación 50 rpm por 20 minutos y en fase de sedimentación 20 minutos. Cada uno de los ensayos se hicieron con muestras tomadas de la desembocadura del río Bogotá en el río Magdalena del municipio de Girardot; las muestras fueron analizadas previo y después de cada ensayo.

Tabla 1. *Ensayos de laboratorio.*

Clave del ensayo o Abreviatura	descripción
$Al_2(SO_4)_3$	Sulfato de aluminio tipo A. Concentración usada 1 % (masa/volumen)
AP	Almidón de papa.
APT1	Almidón de papa tratado con hipoclorito de sodio (1 % de cloro molecular: Cl_2).
$APT1+Al_2(SO_4)_3$	Mezcla de APT1 y sulfato de aluminio.
APT2	Almidón de papa tratado con hipoclorito de sodio (2 % de cloro molecular: Cl_2).
$APT2+Al_2(SO_4)_3$	Mezcla de APT2 y sulfato de aluminio.
APT3	Almidón de papa tratado con hipoclorito de sodio (2 % de cloro molecular: Cl_2) y luz ultravioleta (UV).
$APT3+Al_2(SO_4)_3$	Mezcla de APT3 y sulfato de aluminio.

Para la obtención del porcentaje de eficiencia se aplicó la fórmula $\% \text{ Eficiencia} = (Ci - Cf \div Ci) \times 100$

De la ubicación especificada en la desembocadura del río Bogotá se obtuvieron tres muestras de trabajo, que una

vez analizadas arrojaron los siguientes valores de turbidez, pH y conductividad:

- Muestra 1: 45 NTU; 7,33 pH y CE 0,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Muestra 2: 124,3 NTU; 7,29 pH y CE 0,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Muestra 3: 58 NTU; 6,75 pH y CE 0,53 $\mu\text{S}/\text{cm}$

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos con los diferentes coagulantes, sus combinaciones y modificaciones propuestos.

Acorde a los análisis obtenidos y después del método del test de jarras en cuanto al parámetro de turbidez, se reflejan los porcentajes de remoción, y se observa que el almidón tratado con APT3 presenta la mayor remoción de NTU con un porcentaje superior de 95 %, lo que demuestra ser incluso mejor que el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Tabla 2. Consolidado de los porcentajes de eficiencia en la remoción de turbidez

Test de jarras ppm (mg/L) - Ensayos	Porcentaje de remoción de la turbidez, muestras del río Bogotá									
	Al ₂ (SO ₄) ₃ AP	APT1	APT1+Al ₂ (SO ₄) ₃	APT2	APT ₂ +Al ₂ (SO ₄) ₃	APT3	APT3+Al ₂ (SO ₄) ₃			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
25	57,42	57,00	30,53	82,49	82,53	84,36	96,07			
50	66,11	59,07	62,33	87,88	83,64	88,09	95,91			
80	77,44	55,27	62,53	90,84	83,15	90,93	95,33			
100	86,82	56,00	64,31	95,19	82,67	91,08	95,67			
120	92,64	56,96	60,40	97,86	82,74	92,72	95,84			
150	95,67	54,64	62,20	98,78	81,26	94,27	96,40			
							98,83			

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 3 se demuestra la variación del pH como parámetro de control para los análisis respectivos al test de jarra, en el cual se evidencia claramente que en todos los ensayos realizados con sulfato de aluminio hay una ligera reducción del pH inicial respecto al final y en los ensayos realizados con almidón hay un ligero incremento en el valor del pH; sin embargo, se encuentran en el rango de 6.5-9.0 que exige la Resolución 2115 de 2007 para procesos de potabilización. Este parámetro es de vital importancia debido a que influye en la eficiencia de procesos de coagulación.

Tabla 3. Consolidado de los resultados del parámetro de pH de los diversos ensayos.

Test de jarras	Variación del pH									
	Al ₂ (SO ₄) ₃	AP	APT1	APT1+Al ₂ (SO ₄) ₃	APT2	APT ₂ +Al ₂ (SO ₄) ₃	APT3	APT3+Al ₂ (SO ₄) ₃		
0	7,33	7,33	7,33	7,29	7,29	7,29	7,29	6,75	6,75	6,75
25	7,08	7,42	7,34	7,13	7,37	7,09	7,09	7,02	6,83	6,83
50	7,05	7,39	7,45	7,03	7,36	6,96	6,96	7,18	6,96	6,96
80	6,96	7,40	7,53	6,92	7,38	6,86	6,86	7,05	6,90	6,90
100	6,88	7,38	7,56	6,86	7,42	6,74	6,74	7,14	6,76	6,76
120	6,84	7,39	7,54	6,78	7,41	6,70	6,70	7,19	6,74	6,74
150	6,74	7,30	7,59	6,70	7,42	6,57	6,57	7,33	6,67	6,67

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4 se demuestra la variación de la conductividad eléctrica como parámetro de control para los análisis respectivos al test de jarra, en el cual se evidencia notoriamente que no hay cambios significativos en los valores de la conductividad; esa ligera modificación probablemente se debe a la adición de la sal de aluminio.

Tabla 4. Consolidado de los resultados de parámetros de conductividad eléctrica de los diversos ensayos

Test de jarras	Variación de la conductividad eléctrica (mS)									
	Al ₂ (SO ₄) ₃	AP	APT1	APT1+Al ₂ (SO ₄) ₃	APT2	APT ₂ +Al ₂ (SO ₄) ₃	APT3	APT3+Al ₂ (SO ₄) ₃		
0	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,53	0,53		
25	0,74	0,74	0,74	0,76	0,778	0,78	0,5	0,55		
50	0,73	0,73	0,73	0,74	0,76	0,77	0,54	0,59		
80	0,73	0,73	0,74	0,79	0,74	0,78	0,53	0,59		
100	0,73	0,73	0,72	0,79	0,74	0,8	0,55	0,59		
120	0,73	0,73	0,68	0,76	0,74	0,81	0,51	0,61		
150	0,69	0,69	0,71	0,81	0,73	0,85	0,56	0,58		

Fuente: elaboración propia.

Como se puede examinar en los ensayos de AP, por sí solo su efectividad es modesta y poco consistente, con una máxima remoción de turbidez del orden del 59 % (a 50 mg/l) y presenta oscilaciones de efectividad reducida, probablemente debida a su hidrofobicidad. Su tendencia a modificar la viscosidad del agua a medida que cambia su concentración (las suspensiones de almidón suelen presentar un comportamiento no newtoniano, en especial si están concentradas y gelatinizadas) y, por tanto, a impactar negativamente la precipitación de los flocs (Herrera, 2015). Sin embargo, se evidencia que el almidón libera muy pocos electrolitos en el agua y esencialmente no modifica la acidez ni la alcalinidad del agua por tratar, lo que se observa en los cambios muy ligeros de conductividad y de pH (estable alrededor de 0,73 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 7,3, respectivamente), lo cual puede constituirse en una ventaja respecto a los procesos tradicionales de tratamiento de aguas, en los que puede ser necesaria una corrección de pH mediante agentes como ácidos o bases suaves, que se traducen en aumento de sólidos disueltos, que pueden implicar otros problemas como conductividad fuera de norma, corrosión, dureza, etc.

Estos últimos cambios pueden observarse en el tratamiento con sulfato de aluminio, que suele presentar actividad acídica al ser disuelto, reflejándose en una disminución del pH (lo que significa mayor acidez) y aumento de la conductividad a medida que se usa una mayor concentración de este.

Las ventajas de la oxidación del almidón se evidencian en una mejoría de la eficiencia en los ensayos para el APT1, y se observa un cambio muy pronunciado en el rango de 25 a 50 mg/l, pero sin mayor efectividad en concentraciones

mayores de 50 mg/l, permaneciendo en un promedio de 63 % de remoción de turbidez; esto puede explicarse probablemente por un efecto de atracción consigo mismo y con los electrolitos del agua, que se ve reflejado en la disminución de la conductividad, en especial a partir de los 80 mg/l.

El efecto de captura de electrolitos quizá sea la razón del comportamiento inconsistente de la conductividad en los ensayos de este mismo almidón mezclado con el sulfato de aluminio, que finalmente aumenta de 120 a 150 mg/l, en paralelo a un aumento de la acidez (0,81 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 6,7 a 150 mg/l); sin embargo, la efectividad aumenta sensiblemente para este ensayo, al llegar a un máximo de 98,8 % de remoción de turbidez a 150 mg/l; esto sugiere que el almidón modificado puede usarse como un coadyuvante de coagulación, uso que suelen tener polímeros no iónicos en los procesos convencionales de tratamiento de aguas para aumentar la efectividad de los coagulantes.

En los ensayos para el APT2, se observa un comportamiento análogo al almidón sin modificar en la remoción de turbidez, pero con un mejor efecto, obteniéndose efectividades sobre el 80 % de remoción con un máximo de 83,6 % a 50 mg/l; esto sugiere que una mayor oxidación mejora el comportamiento coagulante del almidón manteniendo la ventaja de la conservación del pH (1,7 % de cambio respecto a la muestra utilizada a 150 mg/l) y de electrolitos (2,7 % de cambio respecto a la muestra utilizada a 150 mg/l).

En el ensayo para el APT2+Al₂(SO₄)₃, se observa un comportamiento análogo respecto al APT1, pero con un aumento constante de conductividad y acidez (0,85 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 6,57, respectivamente a 150 mg/l de ambas sustancias), pero el efecto de probable captura de electrolitos por

parte del almidón puede verse reflejado en la efectividad levemente disminuida de esta combinación respecto a la de APT1 (94,3 % a 150 mg/l), llegando a afectar la acción coagulante del sulfato.

Para el almidón oxidado con APT3, se observa de nuevo un comportamiento parecido al de los demás almidones ensayados individualmente respecto a la remoción de turbidez, presentándose incluso un mínimo de 95,4 % a 80 mg/l, pero con un aumento de efectividad hasta un máximo de 96,4 %; sin embargo, el hecho de que la eficiencia en todo el rango de concentraciones estudiado siempre estuviera sobre el 95 % sugiere la posibilidad que la oxidación mejora las capacidades del almidón.

Llama la atención que, en este ensayo, la acidez disminuye, lo cual es un contraste con los otros ensayos (8,6 % de aumento de pH a 150 mg/l respecto a la muestra), lo cual probablemente puede deberse a la captura de iones H^+ o a una estructura con menos grupos ácido carboxilo, y más grupos carboxilo sobre los anillos glicosídicos. El comportamiento de la conductividad se presenta muy errático en este ensayo, y esta impredecibilidad puede haber sido causada por errores experimentales; además, abre la probable necesidad de repetir los ensayos con el fin de verificar el comportamiento como electrolito de este almidón modificado en solución.

En el ensayo realizado con el almidón oxidado con APT3+ $Al_2(SO_4)_3$, de nuevo se observa el efecto de interferencia mutua en la remoción de turbidez evidenciado para el APT2 combinado a su vez, y es este efecto más pronunciado a medida que aumenta la concentración, observándose un

máximo de 99,98 % a 80 mg/l y una eficiencia de 98,8 % a 150 mg/l. Sin embargo esta combinación demuestra ser bastante efectiva, con un mínimo absoluto de 96,3 % de remoción en todo el rango de concentraciones estudiado.

Es de resaltar que en comparación con los demás ensayos con sulfato de aluminio, el pH en esta combinación se conserva bastante estable alrededor de 6,7-6,8 (cambio máximo de 3,1 % en todo el rango estudiado), lo cual hace interesante esta combinación desde la perspectiva de la gestión de la acidez, un paso que puede llegar a ser importante en el tratamiento de aguas, como se ha mencionado anteriormente.

Al observar los resultados obtenidos, desde el punto de vista de la remoción neta de turbidez, el mejor desempeño se obtiene de la combinación de APT3+ Al₂(SO₄) a una concentración de 80 mg/l, pero desde el punto de vista de la gestión de metales en el agua de consumo, el mejor coagulante es este mismo almidón sin combinar, obteniendo resultados bastante razonables desde 50 mg/l en adelante.

Otro detalle de interés que debe notarse es que en gran parte de las muestras, tras el tratamiento con coagulantes, no se alcanza la norma de NTU citada en la Resolución 2115 de 2007, en especial con la muestra 2; sin embargo, con las remociones altas de turbidez observadas, sobre todo en las combinaciones de almidón oxidado con sulfato de aluminio, es viable obtener agua cruda para vertimiento (aunque puede ser necesario un análisis de DBO y DQO) o bien hacer un proceso de coagulación-floculación en dos unidades instaladas secuencialmente con un tanque

regulador entre ellas (con el fin de mantener un caudal uniforme) antes del proceso de potabilización en caso de que se desee obtener agua potable, tal como puede ser el caso de adecuación de agua para piscinas y en PTAP a pequeña escala.

Conclusiones

La funcionalización del almidón de papa mediante oxidación es un procedimiento viable para mejorar su comportamiento químico en el tratamiento de aguas. Este tratamiento hace que sus características microscópicas sean favorables a los procesos de floculación y sedimentación. Además ofrece las ventajas de baja liberación de electrolitos y poco cambio de pH en el agua por tratar, aunado a una eficiencia razonable.

Debido a la accesibilidad y bajo precio de los reactivos, el almidón oxidado puede ser una alternativa económicamente competitiva frente a los polielectrolitos utilizados como coagulantes o coadyuvantes de coagulantes en el tratamiento a gran escala de aguas. Esta alternativa podría traducirse en producciones locales de almidones oxidados, pero es necesario un análisis económico detallado para determinar el verdadero potencial competitivo frente a los reactivos usados tradicionalmente en estos procesos.

Es preferible el uso del almidón de papa oxidado como coadyuvante, si se desea tratar aguas cargadas de materiales minerales.

Es preferible el uso de almidones de papa oxidados en condiciones neutrales o levemente ácidas, y es necesaria la corrección de pH si deben tratarse aguas alcalinas (pH 8 o mayor) para obtener la mayor eficiencia en la remoción de turbidez.

Si se desea obtener agua potable sin preocupación por la estricta dosificación de sales metálicas en caudales altos, el mejor almidón de papa es muy altamente oxidado en dosificaciones desde 50mg/l, aunque su remoción de turbidez de 96 % probablemente haga necesaria una reingeniería del proceso de tratamiento de aguas, si se debe tratar corrientes con alta o muy alta turbidez. Sin embargo, si se desea obtener agua cruda para vertimiento o usos no potables, el mejor tratamiento de los analizados puede ser el almidón de papa muy altamente oxidado combinado con sulfato de aluminio, lo cual provee una remoción casi total de la turbidez a 80 mg/l de dosificación.

Bibliografía

- Cabrera Martínez, N. C., Hernández, A. R., Simancas Vásquez, E., Ayala Jiménez, J. M. y Almanza Caraballo, K. (2017). Coagulantes naturales extraídos de Ipomoea. *Scientia et Technica*, 22(1), 4.
- Choque Quispe, D., Choque Quispe, Y., Solano Reynoso, A. y Ramos Pacheco, B. (2018). Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. *RTQ*, 38(2), 298-309. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852018000200008
- Chulluncuy Camacho, N. C. (2011). Tratamiento de agua para consumo humano. *Ingeniería Industrial*, (29), 153-170.
- Fernández, A. H. (2008). Evaluation of exudated gum produced by Acacia siamea as coagulant in the clarification of the waters for human consumption. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, (31), 32-40.
- Gray, N. (1994). *Calidad del agua potable. Problemas y soluciones*. Acribia, John Wiley y Sons.
- Herrera, M. (2015). Evaluación del almidón de papa como floculante para el tratamiento de aguas residuales domesticas. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 13(2). <https://cutt.ly/DglsZot>
- Rondón Macías, M., Díaz Domínguez, Y., Rodríguez Muñoz, S., Guerra Álvarez, B., Fernández Santana, E. y Tabio García, D. (2017). Empleo de semillas de moringa oleífera en el tratamiento de residuales líquidos.

Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 38(2), 87-101.

Torres, P., Cruz, C. y Patiño, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 79-94.

La sustentabilidad en la agricultura familiar agroecológica

Nelson Enrique Fonseca Carreño⁴⁰

40 M. C. Docente investigador, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá.
<https://orcid.org/0000-0001-6266-7255>, nefonseca@ucundinamarca.edu.co

Resumen

La investigación caracteriza el actual escenario de desarrollo de la agricultura familiar agroecológica en la provincia del Sumapaz, en Cundinamarca, así como la vulnerabilidad, el equilibrio y la permanencia en el tiempo. El objetivo de la investigación propone evaluar la sustentabilidad en la agricultura familiar a través del marco MESMIS. La metodología empleada fue participativa, de carácter probabilístico estratificado a través del conocimiento de organizaciones, en la cual se identificó las prácticas productivas desde los sistemas familiar, agrícola, pecuario y agroforestal, así como los beneficios recibidos y percibidos de la familia rural. Se utilizó el marco MESMIS con los atributos de productividad, confiabilidad, adaptabilidad, autogestión, equidad, estabilidad y resiliencia. En los resultados se identificó, formuló y validó 20 indicadores de sustentabilidad, y además se evaluó en estudios de caso, en los que se perciben los requerimientos mínimos para establecer el grado de sustentabilidad de agroecosistemas en la provincia del Sumapaz, a través de las prácticas agropecuarias.

Palabras claves: agricultura, ecología, ecosistema, biodiversidad, sustentabilidad

Abstract

The research characterizes the current scenario of development of agro-ecological family agriculture in the province of Sumapaz, in Cundinamarca, as well as the vulnerability, balance and permanence in time. The objective of the research is to evaluate the sustainability of family agriculture through the MESMIS framework. The methodology used was participatory, of a stratified probabilistic nature through the knowledge of organizations, where productive practices were identified from the family, agricultural, livestock and agroforestry systems, as well as the benefits received and perceived by the rural family. The MESMIS framework was used, with the attributes: productivity, reliability, adaptability, self-management, equity, stability and resilience. The results of the identification, formulation and validation of 20 sustainability indicators were also evaluated in case studies, where the minimum requirements to establish the degree of sustainability of agro-ecosystems in the province of Sumapaz, through agricultural practices, are perceived.

Keywords: Agriculture, Ecology, Ecosystem, Biodiversity, Sustainability

Introducción

Los sistemas agropecuarios representan uno de los sectores que más incidencia tiene en el producto interno bruto (PIB) de un país, siendo esencialmente este el caso de Colombia, en donde el sector agropecuario es entendido como un fuerte en la economía nacional. Así mismo, se entiende como sistemas de manejo de recursos naturales aquellos sistemas que tienen participación directa del hombre en la modificación de sus características como resultado de la utilización de dichos recursos en los niveles de producción agropecuaria (Castro *et al.*, 2015). En ese sentido, se argumenta que con la manipulación que el ser humano da al capital natural para la satisfacción de factores como oferta y demanda de productos agropecuarios, se obtiene el resultado de producir los diferentes bienes y servicios por medio de los cuales se pueden satisfacer necesidades esenciales.

Indudablemente, con el paso de los años el pensamiento del ser humano se ha ido transformando a la par que lo hace el entorno en el que se convive, por tal razón, se evidencia cómo en el pasado existía una latente preocupación por los efectos que tenía el crecimiento económico en el medioambiente; sin embargo, en vista de la alta degradación por la que actualmente se han visto acogidos los sistemas agrícolas y en general todo el medioambiente, la preocupación ha tomado otra perspectiva, pues la degradación del suelo, la contaminación de aguas y los efectos negativos sobre los bosques han llevado a que ahora se genere un efecto inverso, y actualmente surge la necesidad de prestar mayor importancia a los impactos

ecológicos que se tienen sobre la economía (Carreño y Baquero, 2019).

Ahora bien, es imprescindible refutar la relación existente entre medioambiente y economía, pues son dos términos que no solo se han ido entrelazando en lo regional, sino que ha tomado fuerza nacional y mundialmente. La justificación de ese comportamiento radica en que no es posible concebir un mejoramiento y protección del medioambiente sin tener en cuenta una política económica estable (Toro *et al.*, 2010). A partir de lo anterior, el objetivo de la investigación es identificar aquellos indicadores que sirven para medir la sustentabilidad de los agroecosistemas, por medio de los conceptos de diferentes autores y contrastarlos con los indicadores establecidos por la metodología MESMIS.

Desarrollo

Marco teórico

El desarrollo sustentable hoy en día es uno de los temas que más importancia tiene en los lineamientos políticos globales y en materia de investigación, por ello la agricultura se posiciona como una de las actividades a las que más hay que apostarle, dada su participación en la generación de recursos en todas sus dimensiones (ambientales, económicas y sociales). En Colombia, de acuerdo con cifras proporcionadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), durante el más reciente

censo nacional agropecuario se observa que el 38,6 % del suelo del territorio nacional es utilizado para la producción agropecuaria, lo que representa 43 millones de hectáreas para ese uso (DANE, 2016).

Es así como la unión de conceptos de diferentes autores han implementado un marco de evaluación que abarca tres dimensiones: la dimensión ambiental, considerando con esto que es indispensable analizar diferentes factores que tienen influencia directa con la producción agropecuaria en un agroecosistema, pues es por medio de dichos indicadores o factores que se pueden establecer resultados cuantitativos que faciliten a los productores plantear una idea sobre las estrategias por implementar para mejorar falencias presentadas.

De igual manera, como segunda dimensión está la económica, y se señala que por medio del enfoque económico se pueden complementar las estrategias para mitigar el daño ambiental en la medida en que la rentabilidad de un sistema agrícola viene dado por características que involucran el uso de los recursos naturales y el uso de sistemas de costos para mantener un equilibrio entre gastos y utilidades.

Y como tercera dimensión, se encuentra la multidisciplinaria, que se asocia tanto a la parte social como a la cultural, con el objetivo de implementar estrategias que contribuyan a que los agroecosistemas de un determinado territorio permitan al ser humano satisfacer sus necesidades (Fonseca *et al.*, 2020).

Metodología

Ubicación geográfica

La investigación se desarrolló en la provincia del Sumapaz, la cual se encuentra ubicada al suroccidente del departamento de Cundinamarca, y está conformada por los municipios de Arbeláez, Cabrera, Granada, Pandí, Pasca, San Bernardo, Silvania, Tibacuy, Venecia y Fusagasugá como capital de provincia. Todos forman parte de la cuenca hidrográfica del río Sumapaz, que nace en el páramo del Sumapaz, se encuentra a 4°20'14" latitud norte y 74°21'52" longitud oeste, con precipitaciones medias anuales de 916 mm, altitud de 1000 a 3800 m, temperatura media de 19 °C, una superficie de 1670 km², una población de 185 453 habitantes y una densidad de 111,05 hab/km² (Albarracín-Zaidiza *et al.*, 2019).

Tipo de investigación

Es de tipo mixta, cualitativa, a través de métodos de observación, entrevistas y revisión documental, para describir situaciones, eventos y manifestar cómo se presentan determinados fenómenos agropecuarios, y cuantitativa, por medio investigación no experimental, en la que se tuvo en cuenta series de tiempo, producción y rendimientos (Pérez y Hernández, 2015).

Procedimientos y métodos de captura de información

Se capturo información a través de métodos participativos con las organizaciones, procesos de observación, entrevistas (Geilfus, 2002) y una encuesta semiestructurada a partir de los indicadores propuestos por Albarracín-Zaidiza *et al.* (2019), como se establecen las variables de la Tabla 1, que tienen como finalidad evaluar variables biofísicas y socioeconómicas.

Igualmente, el marco MESMIS propone una estructura cíclica, multiescalar y flexible, con prácticas justificadas en el enfoque participativo entre quienes intervienen en el proceso de evaluación del agroecosistema. También ofrece interdisciplinariedad sobre los limitantes que están presentes en el proceso de evaluación.

Tabla 1. Variables para caracterizar fincas agropecuarias

Información familiar	Fuentes de ingresos y financiación, participación organizacional, requerimientos de mano de obra, formación complementaria, entidades que prestan asistencia técnica.	
Información finca	Tamaño de finca, instalaciones sanitarias, suministro de electricidad, fuentes de combustible, tenencia de tierra, tiempo de permanencia.	
Información productiva	Comportamiento: área sembrada, volumen de producción, ingresos agropecuarios.	
Mercadeo y comercialización	Destino de la producción, eslabones que integran la cadena de valor, adquisición materia prima e insumos.	
Componente agrícola	Manejo agrícola	Sistema del cultivo, tipo de labranza
	Manejo de suelo	Estrategias de manejo de suelo, mecanismos de ciclaje de nutrientes
	Prácticas culturales	Fertilidad y nutrición vegetal, controles de malezas, manejo de plagas y enfermedades
	Manejo y disposición de residuos	Manejo y disposición de residuos sólidos y lixiviados
Componente forestal	Inventario forestal, beneficios percibidos, uso y disposición de árboles	
	Disponibilidad del recurso hídrico	Fuentes de abastecimiento, uso del agua
	Manejo del recurso hídrico	Prácticas de conservación, protección fuentes hídricas, tratamiento de aguas servidas
Componente hídrico	Información productiva y reproductiva	Orientación de la ganadería, tipo de ordeño, sistema reproductivo
	Bioseguridad	Sanidad animal, tipo de suplementos, tipo de material de instalaciones agropecuarias
Componente pecuario	Inventario de otras especies	Inventario de especies mayores y menores

Fuente: elaboración propia a partir de Albarracín-Zaidiza et al. (2019).

Atributos para la evaluación de las fincas

Los atributos utilizados se basan en las características de sustentabilidad de los sistemas productivos: a) **Productividad**: capacidad del sistema productivo para mantener a la familia residente mediante el abastecimiento de bienes y servicios; b) **Equidad**: capacidad de distribuir responsabilidades y beneficios entre los miembros, la cual permite la participación de estos en la toma de decisiones; c) **Estabilidad**: capacidad del sistema productivo para continuar en funcionamiento durante un largo tiempo al someterse a condiciones climáticas, económicas, de mercado, tecnológicas y mano de obra; d) **Resiliencia**: capacidad de origen del sistema productivo que le permite estar en equilibrio, después de haber estado expuesto a perturbaciones causadas por aspectos como el clima y el cambio en el mercado; f) **Confiabilidad**: capacidad de autorregulación del sistema productivo; g) **Adaptabilidad**: capacidad del sistema productivo para realizar ajustes internos, posterior a las afectaciones y alteraciones; h) **Autodependencia**: capacidad del sistema productivo para abastecerse en gran parte de insumos, procesos y recursos (Fonseca *et al.*, 2019).

Selección de indicadores para evaluación de fincas AFA

A partir de la determinación de los puntos críticos, se definieron criterios de diagnóstico e indicadores para evaluación, a partir de los siete atributos de MESMIS. Este proceso garantiza una relación coherente entre los indicadores y los atributos generales, diseñados para un sistema de manejo concreto, en un lugar y tiempo determinados, con un entorno específico (Carreño *et al.*,

2018). La Tabla 2 ilustra los indicadores de medición para evaluar la sustentabilidad en la agricultura familiar.

Tabla 1. Atributos e indicadores de sustentabilidad.

Atributo	Criterio	Indicador	Unidad de medida	Ecuación	Escala	Puntuación	
Productividad	Retorno	Valor presente neto (VPN)	%	$VPN = \frac{FE_1}{(1+i)^t}$	< 5 5-10 10-20 20-30 > 30	1 2 3 4 5	
		Tasa interna de retorno (TIR)	%	$TIR = \text{tasa } i_0 + i_f * \frac{VPN_0}{VPN_0 + VPN_f}$	< 1 2-10 11-20 21-30 > 30	1 2 3 4 5	
		Punto de equilibrio (PE)	%	$PE = \frac{CF}{1 - \frac{CVU}{PV}}$	< 1 2-10 11-20 21-30 > 30	1 2 3 4 5	
	Eficiencia	Relación Beneficio/Costo (R.B/C)			$R. \frac{B}{C} = \frac{\Sigma VPN(\text{ngr})}{\Sigma VPN(\text{egr})}$	< 1 1-1,9 2-2,4 2,4-2,9 > 3	1 2 3 4 5
				$R = \frac{U}{CT} * 100$	< 4	1	

Atributo	Criterio	Indicador	Unidad de medida	Ecuación	Escala	Puntuación								
Estabilidad Resiliencia Confiabilidad	Conservación	Rentabilidad (R)			5-9 10-19 20-29 > 30	2 3 4 5								
					Cobertura vegetal (CV)			$CVT = \frac{\Sigma(Ccp + Cct + Cp + Cf + Cb)}{AT} * 100$	< 10 30-10 50-30 50-70 > 70	1 2 3 4 5				
									Disponibilidad de agua (DA)	(m ³)		$DA = \frac{\Sigma(XV1 + XV2 + XV3 \dots + XVn)/n}{AT}$	0-62 63-125 126-187 188-250 > 250	1 2 3 4 5
													Contenido materia orgánica (CMO)	(t/ha)
	Manejo de plagas y	%		$MIP = \frac{\Sigma(XP1 + XP2 + XP3 \dots + XPn)}{n} / 100$	> 40 21-30	1 2								

Atributo	Criterio	Indicador	Unidad de medida	Ecuación	Escala	Puntuación
		enfermedades (MIP)			11-20 6-10 < 5	3 4 5
		Beneficio de semillas locales (BSL)	%	$BSL = SL/SC$	< 5 5-19 20-49 50-79 > 80	1 2 3 4 5
		Disponibilidad y uso de materia orgánica (DUMO)	(t/ha)	$DUMO = \frac{V1 + V2 + V3 + \dots + Vn}{At} * 100$	< 3 4-5 6-7 8-10 > 10	1 2 3 4 5
Adaptabilidad	Capacidad de cambio	Adaptación Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI)	Unidad	$CTI = \frac{EC + EIV + EM}{n}$	Producto Empaque Embalaje Proceso Mejoramiento	1 2 3 4 5
		Formación y actualización de conocimientos (FAC)	Unidad	$FAC = 5 > 4 > 3 > 2 > 1$	1 2 3 4 > 5	1 2 3 4 5

Atributo	Criterio	Indicador	Unidad de medida	Ecuación	Escala	Puntuación
Equidad	Necesidades básicas	Distancia vida rural (DVR)	km	$DVR = 5 > 4 > 3 > 2 > 1$	> 30 11-20 6-10 3-5 < 3	1 2 3 4 5
		Servicios públicos domiciliarios (SPD)	Unidad	$SPD = \sum(AA + AS + EN + C + TP)$	Alcantarillado Energía Gas Combustible Telefonía	1 2 3 4 5
Autogestión	Participación	Democracia participativa (DP)	Unidad	$DP = 5 > 4 > 3 > 2 > 1$	JAC Cooperativas Asociaciones Red local Fundaciones	1 2 3 4 5
		Participación en asociaciones locales (PAL)	%	$PAL = \frac{ASP}{AL} * 100$	0-20 21-40 41-60 61-80 81-100	1 2 3 4 5

Atributo	Criterio	Indicador	Unidad de medida	Ecuación	Escala	Puntuación
	Suficiencia	Dependencia a insumos externos (DIE)	%	$DIE = \frac{CMPe}{CMPT} * 100$	81-100 61-80 41-60 21-40 0-20	1 2 3 4 5
		Seguridad alimentaria (SA)	Unidad	$AI = \frac{CT - Iext}{CT} * 100$	< 2 2-3 3-4 4-5 > 5	1 2 3 4 5

Fuente: adaptado de Carreño et al. (2018).

Los resultados se agruparon a través de los indicadores propuestos en los atributos mencionados, mediante una escala de valorización. Las mediciones se establecen con rangos de uno 1 como valor mínimo y 5 como valor máximo de la evaluación (Albarracín-Zaidiza *et al.*, 2019). Haciendo uso de la escala tipo Likert, se pretende evaluar el cumplimiento de indicadores que apunten a percibir el grado de sustentabilidad. La ponderación de indicadores se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Escala Likert para ponderación de indicadores de sustentabilidad.

Porcentaje de cumplimiento	Grado	Eficiencia del sistema	Definición
Valores de 81 a 100 %	5	Estable	Sustentable
Valores de 61 a 80 %	4	Pertinente	Moderadamente sustentable
Valores de 41 a 60 %	3	Sensible	Medianamente sustentable
Valores de 21 a 40 %	2	Débil	Escasamente sustentable
Valores de 0 a 20 %	1	En peligro	No sustentable

Fuente: Albarracín-Zaidiza *et al.* (2019).

Resultados y discusión

Descripción del sistema de producción

Los agroecosistemas interrelacionan por medio de flujos las entradas y salidas de cada subsistema, que proporcionan bienestar al núcleo familiar en las actividades: a) agrícolas (hortalizas para consumo, plantas de vivero para el mercado y residuos de cosecha para el subsistemas pecuario); b) pecuario (carne, leche y huevos para el consumo, leche, huevos y ganado en pie para el mercado y abonos orgánicos para el subsistemas agrícola); c) agroforestal (madera para la familia y forraje para el subsistema pecuario); además, flujo de dinero por medio de ventas al mercado y trabajos no agropecuarios realizados por la familia que trabajan dentro y fuera de finca. En la Tabla 4 se caracteriza el agroecosistema a través de aspectos biofísicos, socioeconómicos, componentes bióticos, tecnología y manejo.

Tabla 4. Caracterización agroecosistema Asocrecer en la provincia del Sumapaz.

Características				
Biofísicas	Altura	2560 m de altura	Área finca	7 ha
	Precipitación	1200 mm	Integrantes de la familia	4
	Temperatura	15 °C	Mano de obra familiar en labores de finca	90 %
	Pendiente área agrícola	20-35 %	Tenencia de tierra	Propia
	Pendiente área pecuaria	35-45 %	Destino de la producción	100 % plazas de mercado
	Tipo de suelo	Franco arenoso	Seguridad alimentaria	30 % excedentes de producción para consumo
Componente biótico	Producción agrícola	Papa, tomate, hortalizas, gulupa	Arreglos productivos	Franjas, relevo, intercalado
	Producción pecuaria	Ganadería doble propósito (normando)	Preparación del suelo	Herramientas agrícolas convencionales
	Cultivo de interés económico	Papa, tomate	Tipo de tracción	Tracción mecánica, tracción animal
	Especies de interés forestal	Chusque (<i>Chusquea</i> spp.), laurel (<i>Nectandra</i> spp.), cucharo (<i>Clusia multiflora</i>)	Uso de abonos orgánicos	Abonos orgánicos, biofertilizantes, fertilización química
	Tipo de bosque	Nativo, reforestación	Control de plagas y enfermedades	Manejo químico, control cultural

Fuente: elaboración propia (2020).

Determinación de los puntos críticos

Se analizaron con el modelo sistémico de finca, considerando los subsistemas pecuario, agrícola, agroforestal y familiar, los cuales se encuentran relacionados entre sí y generan interacciones y externalidades que no siempre son positivas. Se identificaron potencialidades de explotación agropecuaria (aumento de unidades de gran ganado por hectárea, uso de la tierra en explotaciones agrícolas, servicios y oportunidades) y estrategias de vida (condiciones de acceso a fuentes de ingreso).

Selección de indicadores

A partir de la determinación de los puntos críticos, se identifican los criterios de diagnóstico (retorno, eficiencia, conservación, biodiversidad, capacidad de cambio, necesidades básicas, participación y suficiencia), y de ahí se derivan los indicadores de medición (Tabla 2).

Medición y monitoreo de indicadores

La medición se realiza mediante fórmula matemática, teniendo en cuenta los atributos e indicadores de sustentabilidad, y se establece una escala de valoración con niveles mínimos y máximos. De ahí que los actores involucrados analizaron e interpretaron los datos para validar la información obtenida y proponer recomendaciones referentes a los puntos críticos y funcionamiento del sistema de producción (Albarracín-Zaidiza *et al.*, 2019).

Presentación e integración de resultados

Los resultados se presentan en la Tabla 5, la cual contiene la puntuación respectiva de cada indicador mediante el despeje de cada ecuación.

Tabla 5. Resultados y criterios de medición agroecosistema Asocrecer

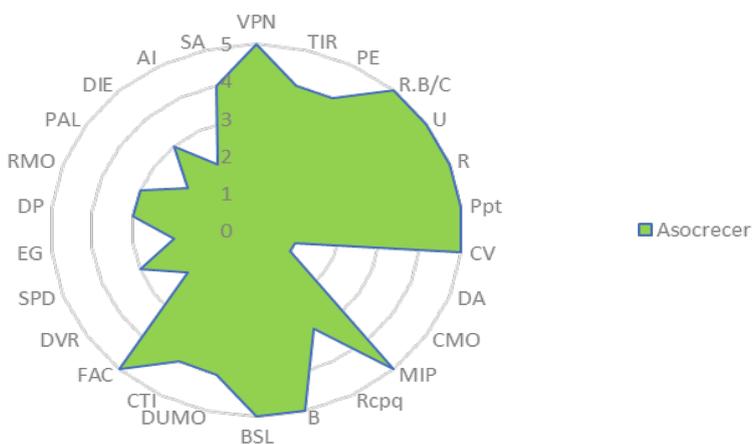
Indicador	VPN	TIR	PE (\$)	R.B/ C	U (\$)	R (%)	Ppt (t)	CVT (%)	DA (m ³)
Resultado	27402 555	27,99	2667071	4,11	3072580 0	> 30	140 0	86,5	1,55
Puntuación	5	4	4	5	5	5	5	5	1
Indicador	CMO (t/ha)	MIP	Rcpq	B	BSL (%)	DUMO (kg/m ²)	CTI	FAC	DVR (km)
Resultado	120	1,83	3	18	82	8	4	> 5	11 -20
Puntuación	1	5	3	5	5	4	4	5	2
Indicador	SPD	EG	DP	RMO (%)	PAL (%)	DIE (%)	AI (%)	SA	
Resultado	3	Labores agropec uarias en finca	Asociació n	40	21-40	41,2	34, 9	4	
Puntuación	3	2	3	3	2	3	2	4	

Fuente: elaboración propia (2020).

Los resultados obtenidos en las mediciones de los indicadores se presentan de forma integrada mediante un mapa multicriterio tipo radar (Figura 1). El grado máximo de sustentabilidad se obtiene cuando todos los indicadores adquieren un valor igual a 5 y está representada por el polinomio irregular de color oscuro. El diagrama radial

permite visualizar las deficiencias de cada criterio de medición.

Figura 1. Diagrama tipo radar con resultados indicadores de sustentabilidad, estudio de caso Asocrecer



Recomendaciones del marco MESMIS

Con base en los criterios de medición, se interpreta la dinámica productiva y económica del agroecosistema Asocrecer. En la Figura 1 se aprecia la evaluación de indicadores en la cual se obtuvo los resultados con puntajes de 5 (10 indicadores), 4 (5 indicadores), 3 (5 indicadores), 2 (4 indicadores) y 1 (2 indicadores). De ahí que se contrasta la información recolectada por medio de las diferentes herramientas. Asimismo, seleccionaron los indicadores, basándose en los puntos críticos diagnosticados, los cuales deben ser fáciles de medir, adaptados a lo que

se quiere analizar y a las necesidades de los usuarios de la información. Según estudios de Carreño y Baquero (2018), está comprobada la precisión de los indicadores seleccionados y medidos por los propios agricultores.

Conclusiones

El MESMIS es una estructura flexible y adaptable a diferentes condiciones económicas, técnicas y de acceso a información. Parte de un enfoque sistémico y multidimensional, el sistema es evaluado en siete atributos o propiedades, lo cual permite reconocer los diferentes subsistemas y sus respectivas interrelaciones. Se tiene en cuenta a la familia como unidad de control, genera interacción de flujos internos y externos de autoabastecimiento y la medición de sustentabilidad. La integración y presentación de los resultados de los indicadores en un diagrama tipo radar permite ver los indicadores agrupados, en los que se puede apreciar el progreso o retroceso en finca, pero también existe dinámica e interdependencia de las variables en el sistema. El uso de indicadores permitió planear la adquisición de nuevas tecnologías, cultivos o rubros de producción, con la gestión de proyectos productivos, así como evaluar sus riesgos en el tiempo.

Bibliografía

- Albarracín-Zaidiza, J. A., Fonseca-Carreño, N. E. y López-Vargas, L. H. (2019). Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz. *Ciencia y Agricultura*, 16(2), 39-55.
- Carreño, N. E. F. (2019). Caracterización de agroecosistemas campesinos en el municipio de Cabrera en la provincia del Sumapaz, Cundinamarca. *Pensamiento Udecino*, 3(1), 49-60.
- Carreño, J. A. F., Barón, E. M. P. y Camargo, E. S. C. (2018). Capítulo 1: Evaluación de agroecosistemas familiares campesinos mediante indicadores de sustentabilidad. *Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia*, 9-47.
- Carreño, N. E. F. y Baquero, Z. Y. V. (2018). Propuesta de indicadores para evaluar la sostenibilidad en agroecosistemas agrícolaganaderos en la región del Sumapaz. *Pensamiento Udecino*, 2(1).
- Carreño, N. E. F. y Baquero, Z. Y. V. (2019). Sostenibilidad como estrategia de competitividad empresarial en sistemas de producción agropecuaria. *Revista Estrategia Organizacional*, 8(1).
- Fonseca-Carreño, N., Salamanca-Merchan, J. y Vega-Baquero, Z. (2019). La agricultura familiar agroecológica, una estrategia de desarrollo rural incluyente. Una revisión. *Temas Agrarios*, 24(2), 96-107. <https://doi.org/10.21897/rta.v24i2.1356>
- Fonseca-Carreño, N. E., Moreno, M. R. G. y Benavides,

C. A. N. (2020). Asociatividad para la administración de los sistemas de producción campesina. *Revista Estrategia Organizacional*, 9(1). <https://doi.org/10.22490/25392786.3644>

Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo*. IICA.

Pérez, A. G. y Hernández, M. (2015). Medición de indicadores de desarrollo sostenible en Venezuela: propuesta metodológica. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 24, 1-19.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2016). *3^{er} Censo nacional Agropecuario. Hay campo para todos*. <http://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

Toro, P., García, A., Gómez-Castro, A. G., Perea, J., Acero, R. y Rodríguez-Estévez, V. (2010). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. *Archivos de Zootecnia*, 59(232), 71-94.

Diseño de un sistema hidrosolar y sistema de adquisición de datos (DAQ) para temperatura y pH

Wilmar Encisar Barragán Baracaldo. Auxiliar de Investigación, semillerista SIAMEL, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá. <https://orcid.org/0000-0002-5344-6589>, webarragan@ucundinamarca.edu.co

César Augusto Casas. Docente TCO, investigador, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá. Líder del Grupo de Investigación GIGATT. ccasas@ucundinamarca.edu.co

Fáider Humberto Barrero Sanchez. Docente TCO, investigador, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá. Líder del Semillero de Investigación SIAMEL. fhbarrero@ucundinamarca.edu.co

Resumen

Esta investigación se desarrolló con el propósito de implementar un sistema acuapónico a escala en la región del Sumapaz a través del diseño y modelado de un sistema acuapónico integrando energías renovables como la fotovoltaica y por efecto termosifón (colector solar). Lo anterior con el fin de mantener el sistema con un suministro adecuado de energía eléctrica constante y regulación de la temperatura adecuada del agua en el sistema acuapónico.

La metodología implementada para este proyecto se dividió en tres secciones, en las cuales los auxiliares de investigación se encargan de las partes de obtención y cálculos necesarios para suministrar de energía al sistema, otro del diseño y montaje de los insumos y materiales básicos para el sistema acuapónico y, por último, el fin de este documento el cual sería el diseño y modelado de un colector solar por efecto termosifón e integración de medidores de temperatura y pH en el circuito acuapónico.

Para el procesamiento de la información se implementó una board nodemcu wifi wemos lolin32 basada en esp32 (ESPRESSIF, s. f.), y la transferencia de información se realizó por medio de telemetría enviada por wifi y visualizada en un entorno gráfico conocido como Thingspeak de Matworsk o en un dispositivo móvil mediante la aplicación Thingchart.

Abstract

This research was developed with the purpose of implementing an aquaponic system at scale in the Sumapaz region through the design and modeling of an aqueponic system integrating renewable energies such as photovoltaic and thermosyphonic effect (solar collector). This in order to maintain the system with an adequate supply of constant electrical energy and regulation of the proper water temperature in the aquaponic system.

The methodology implemented for this great project was divided into three sections, in which the research assistants would take care of the obtaining and calculations necessary to supply energy to the system, another of the design and assembly of the basic inputs and materials for the aquaponic system and finally the end of this document which would be the design and modeling of a solar collector by thermosyphon effect and integration of temperature and pH meters into the aquaponic circuit, for the processing of information was implemented an a board nodemcu wi-fi wemos lolin32 based on esp32. For the transfer of information was done by means of telemetry sent over wi-fi and viewed in a graphical environment known as Matworsk Thingspeak or on a mobile device using the Thingchart app.

Palabras claves: acuaponía, calentador solar de agua, DAQ, pH, temperatura, IOT

Introducción

Aquaponics es una nueva tecnología en la producción agrícola moderna que combina la acuicultura con la hidroponía. Por lo tanto, la siembra de vegetales ya no requiere fertilización, y los cultivos de peces no necesitan cambios de agua con tanta frecuencia. Este cambio permite a los peces, cultivos y microorganismos formar simbiosis mutuamente beneficiosas y una coexistencia armoniosa de las relaciones de equilibrio ecológico. Es un modo de trabajo de producción sostenible de alimentos saludables. Ante la contaminación del suelo, la sequía y el cambio climático, los sistemas acuapónicos han atraído una atención creciente debido a su ahorro de recursos, alta eficiencia y bajo consumo, y se han convertido en la tendencia y dirección del desarrollo agrícola moderno (Yaoguang Wei, 2019).

La energía solar es una de las formas más versátiles que mejor se adoptan a las necesidades actuales de la sociedad. Su implementación está tan extendida en la actualidad que es difícil no reconocer su gran aporte a la sociedad moderna. Además, el sistema calentador-solar es una tecnología que permite absorber la radiación solar, calentar el agua y almacenarla en un tanque para poder suministrarla durante el día.

Este proyecto diseñó un sistema automatizado acuapónico capaz de obtener datos de temperatura y pH en el circuito cerrado, con el fin de monitorear y mantener estas variables en unos valores ideales para un óptimo crecimiento del

cultivo y los peces.

Metodología de desarrollo

Este documento se realiza en la modalidad de auxiliar de investigación con énfasis en el desarrollo y la implementación de energías renovables.

Cabe resaltar que los objetivos específicos son:

- Proponer el modelo matemático de un colector-solar de placa plana para un tanque de producción acuapónico.
- Establecer el sistema de adquisición de datos DAQ para temperatura y pH del agua, de acuerdo con los estándares de producción acuapónica.
- Socializar los resultados obtenidos a una comunidad académica.

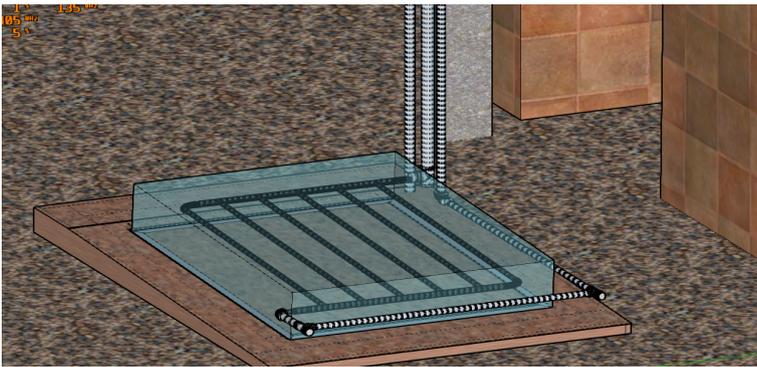
En la metodología vale la pena describir las etapas del proceso:

1. Etapa de análisis

Se recopila y analiza la información necesaria para identificar los requerimientos del sistema según la necesidad del proyecto y así obtener un colector solar de placa plana (Figura 1), suministrando al diseño un control

adecuado en el sistema acuapónico propuesto con el fin de llevarlo a un modelo a escala productivo ideal, logrando reemplazar los sistemas tradicionales y menos productivos. Finalmente se realiza un modelo a escala en el simulador de Google SketchUp para visualizar la ubicación de su montaje.

Figura 1. *Colector solar de placa plana propuesto.*



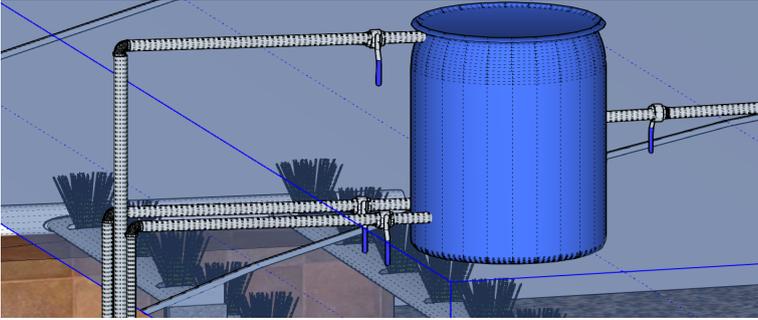
1.1 Etapa de diseño electrónico

Se diseña e implementa un prototipo del sistema electrónico, el cual permite tener una adquisición de los datos en tiempo real mediante una conexión a internet, también conocidos como IOT (internet de las cosas) y monitorear el procedimiento en el sistema hidrosolar para implementar.

1.2 Etapa de diseño del calentador solar

El sistema hidrosolar consta de un modelo de colector solar manejado por efecto (termosifón). Se diseñará el modelo con base en la requisición del sistema acuapónico, con el fin de suministrar lo necesario para un óptimo funcionamiento. El modelo para implementar es un colector solar de placa plana, el cual estará conformado por un almacenador de agua “termotanque” (Figura 2). Un colector de placa plana en forma de parrilla está construida con tubos de PVC y posteriormente pintados de negro. Esta parrilla se situará en un cajón forrado con una película de papel aluminio y sellado con una cubierta transparente para mantener la mayor temperatura adquirida por la radiación solar, para luego llevar a cabo el proceso por termosifón y almacenarlo en el tanque cumpliendo un ciclo de forma pasiva. Se implementarán unos sensores de temperatura en la entrada del colector y salida para determinar la eficiencia y temperatura que tiene el agua al momento de ingresar a los tanques de peces. Todo este proceso se lleva a cabo mediante un modelo matemático básico que permite realizar el proceso mediante algunas variables conocidas; así se logra obtener la capacidad necesaria del almacenamiento para mantener una temperatura, en este caso (50 °C), en el área del colector solar plano adecuada, para adquirir la radiación solar necesaria y llegar a la temperatura deseada.

Figura 2. *Diseño del termotanque de almacenamiento con sus respectivas entradas y salidas.*



1.3 Etapa de formulación de DAQ

Posterior al ensamble del modelo acuapónico, se implementará un modelo electrónico el cual permitirá adquirir diferentes parámetros, entre ellos el pH y la temperatura (Figura 3), en los tanques del agua del circuito cerrado.

Figura 3. Vista de Sistema de Adquisición de Datos DAQ, en un entorno gráfico y visible en la web para la variable temperatura.

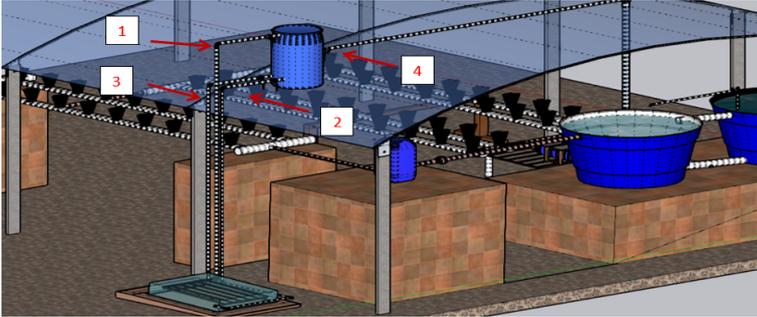


1.4 Etapa de pruebas

Se realizarán unas pruebas conjuntas a todos los sistemas unificados con el fin de llevar a cabo una integración correcta del sistema acuapónico analizando y tomando las primeras variables, y mejorar el período de crecimiento y desarrollo de este ecosistema de producción alimenticia. De acuerdo con los diseños modelados en el simulador (Google SketchUp), se realizará el montaje del sistema acuapónico en el área preestablecida, en el cual se desean llevar las pruebas del circuito cerrado de recirculación (Figura 4) y uso de agua y ubicación de cada uno de los sensores.

Figura 4. Vista general modelo tridimensional del colector solar en el sistema acuapónico por implementar. 1. Entrada de agua desde la conexión del predio. 2. Salida de agua

del termotanque hacia el colector solar. 3. Entrada de agua del colector solar hacia el termotanque. 4. Salida de agua caliente hacia el sistema acuapónico.



Conclusiones y trabajos futuros

Existen diferentes simuladores para el dimensionamiento de colectores solares de placa plana, como el que se hace referencia en este documento, pero el método más pertinente y utilizado en casi todos los simuladores puestos a prueba es el modelo F-Chart, creado por Sandfor Klein en 1976.

En Colombia, los mayores niveles de radiación para ser absorbidos por las placas se obtienen en porcentajes de inclinación no superiores a 20 grados debido a la ubicación en la zona ecuatorial.

Se requiere de un modelo matemático con el fin de mantener la temperatura del tanque de peces en un rango óptimo para un buen crecimiento de la especie, en momentos que este se encuentre en bajas temperaturas por condiciones climáticas.

Se mantendrá a disposición del usuario final información en tiempo real de los parámetros para medir con el fin de suministrar algún cambio y mejora, en caso de alguna alteración crítica en los valores preestablecidos para un óptimo funcionamiento.

Como trabajo futuro en el proyecto se plantea introducir módulos wifi para obtener la información en un dispositivo móvil por medio de una red local o servidor web.

Bibliografía

- Álvarez Romero, A. D. (2020). *Sistema acuapónico con integración mediante un proceso de obtención de lixiviados*. Fusagasugá.
- Antepher. (2018). *ESP32 Arduino: Getting temperature from DS18B20 sensor*. <https://techtutorialsx.com/2018/10/16/esp32-arduino-getting-temperature-from-ds18b20-sensor/>
- Burbano, J. C., Restrepo, Á. H. y Sabogal, Ó. J. (2006). Diseño y construcción de un calentador solar de agua operado por termosifón. *Scientia Et Technica*, 12(31), 85-90. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia.
- Cruz, B. (2013). *Aquaponia. Manual para produção em pequena escala*. <https://gia.org.br/portal/wp-content/uploads/2013/06/Manual-de-Aquaponia.pdf>
- Cutiño, V., Imeroni, J. y Sanzano, P. (2018). *Acuaponía como alternativa productiva social*. Facultad de Ciencias Veterinarias - UNCPBA. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1760/Cuti%C3%B1o%20Ver%C3%B3nica%20Beatriz.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- ESPRESSIF. (s. f.). *ESP32*. <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>
- Fahad, S. (2019). *ESP32 Arduino IDE Board Manager Installation "ESPRESSIF ESP32 wroom"*. <https://www.electronicclinic.com/esp32-arduino-ide-board-manager-installation-espressif-esp32-wroom/>

- Pérez, D. S. (2013, 18 de abril). *Análisis numérico de los fenómenos*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Raffino, M. E. (2020). *Transferencia de calor*. <https://concepto.de/transferencia-de-calor/>
- Ramilo, D. y Schonwald, J. (2013). *Paso a paso, termotanque solar de agua: construcción de tecnologías apropiadas*. INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.
- Ramírez, D., Sabogal, D., Gómez Ramírez, E., Rodríguez Caicedo, D. y Hurtado Giraldo, H. (2016). Montaje y evaluación preliminar de un sistema acuapónico Goldfish-Lechuga. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 5(1-2), 154-170. <https://doi.org/10.18359/rfcb.2128>
- Santos, s. (s. f.). *Sensor de temperatura ESP32 DS18B20 con Arduino IDE (servidor web único, múltiple)*. <https://randomnerdtutorials.com/esp32-ds18b20-temperature-arduino-ide/>
- Vásquez López, S. (2008). *Desarrollo de un sistema para la adquisición de datos climáticos en un invernadero utilizando Labview*. <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/155/pfc2097.pdf?sequence=1>
- Yaoguang Wei, W. L. (2019). Equipment and intelligent control system. *IEEE*, 1-2.

Caracterización nutricional y digestibilidad de la dieta del oso andino (*Tremarctos ornatus*) tras la inclusión de puya (*Puya goudotiana*) y palmito (*Geonoma cuneata*) en cautiverio

Alejandría Castillo Sánchez

<https://orcid.org/0000-0002-5646-7641>, a.castillo@gmail.com

Jairo Enrique Granados Moreno

<https://orcid.org/0000-0003-4060-7547>, jegranados@ucundinamarca.edu.co

Resumen

El oso andino (*Tremarctos ornatus*) es la única especie de úrsido de Suramérica y Colombia, el cual se encuentra fuertemente amenazado por el tráfico ilegal, lo que genera especímenes en cautividad, y dar viabilidad a estos es prioritario para garantizar su supervivencia. No obstante, la falta de información sobre la fisiología nutricional impulsa el desarrollo de esta investigación. **Objetivo:** caracterizar la composición nutricional y digestibilidad de la dieta del oso andino tras la inclusión de puya y palmito en cautiverio; determinar la composición nutricional de puya y palmito; y comparar análisis de digestibilidad aparente y digestibilidad *in vitro*. **Metodología:** la investigación se desarrolló con cuatro individuos de *Tremarctos* con una edad entre 4 y 15 años, mantenidos en la Fundación Bioandina Colombia, ubicada en Guasca, Cundinamarca, a 2900 m.s. n. m. con una temperatura promedio de 17 °C y una precipitación de 933 mm. Inicialmente se caracterizaron las dietas suministradas utilizando metodologías AOAC. Luego se aplicó la metodología de marcaje con óxido de cromo a fin de estudiar la digestibilidad aparente de las dietas; asimismo, se determinó la digestibilidad *in vitro* de la proteína cruda por el método de pepsina pancreatina. Los resultados se analizaron mediante un diseño de bloques completamente al azar con el fin de determinar las diferencias estadísticas en las variables examinadas. **Resultados:** el promedio de materia seca y de proteína cruda en las dietas y entre osos no presentaron diferencia estadística significativa [P (< 0,01)]. **Conclusión:** puya y palmito presentan altos contenidos de CNE que según el método de digestibilidad *in vivo* son 83 % digestibles por *Tremarctos ornatus*.

Palabras clave: digestibilidad, bromatología, carbohidratos no estructurales (CNE),

Tremarctos ornatus, dieta

Abstract

The Andean bear (*Tremarctos ornatus*) is the only species of urside from South América and Colombia, threatened by illegal trafficking, which generates specimens in captivity and give feasibility to these is a priority to ensure their survival. However, the lack of information on nutritional physiology drives the development of this research. **Aim:** to characterize the nutritional composition and digestibility of the diet of the Andean bear after including puya and palmito in captivity; determine the nutritional composition of puya and palmito; compare analysis of apparent digestibility and in-vitro digestibility. **Method:** the research was developed with four individuals of *Tremarctos* with an age between 4 and 15 years old kept at the Fundación Bioandina Colombia, in Guasca, Cundinamarca, at 2900 m.s.n.m. with an average temperature of 17 ° C and a precipitation of 933 mm. Initially he diets provided using AOAC methodologies were characterized. Subsequently, the chromium oxide labeling method was applied to study the apparent digestibility of the diets; the pepsin method also determined the in vitro digestibility of the crude protein. Pancreatin means of a completely randomized design analyzed. The results in a generalized linear model, to determine the statistical differences in the variables examined. **Results:** the average of dry matter and crude protein in the diets and among bears did not present significant statistical difference ($P < 0.05$), however the digestibility of the protein was relevant in the diets studied ($P < 0.05$), I can attribute which to the nutritional profile of puya (*puya goudotiana*) and palmito (*Geonoma cuneata*), non-structural carbohydrates showed highly significant

differences between the control and treatment diets ($P < 0.01$). **Conclusion:** puya and palmito present high CNE contents that according to the in vivo digestibility method are 83 % digestible by *Tremarctos ornatus*.

Keywords: Digestibility, Bromatology, Non-structural carbohydrate, *Tremarctos ornatus*, Diet

Bibliografía

- Ankom. (2005). *Subject: neutral detergent fiber in feeds. Filter bags technique (ANKOM200)*. AOAC International (formerly the Association of Official Analytical Chemists). 1990 Official Methods of Analysis. Arlington, VA.
- AOAC International. (1990). *Nro. 942.05. AOAC International 1995 (formerly the Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis*. Arlington, VA: AOAC International, 1995
- AOAC (2005). *Official methods of analysis of AOAC international; 18th edition*.
- Bracho A. y Castellanos A. (2002). *Guía para el mantenimiento de osos andinos (Tremarctos ornatus) en cautiverio*. Segunda revisión. Red Tremarctos. Venezuela.
- Bolaños, M. (2001). *Determinación de la dieta de Tremarctos ornatus en la serranía de Mamapacha, Boyacá*. Trabajo de grado, Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia.
- Carvajal, J. (2010). *Digestibilidad in vitro prececal y cecal de plantas forrajeras tropicales para la nutrición en cerdos*. Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- Castellanos, A., Altamirano, M. y Tapia, G. (2005). *Ecología y comportamiento de osos andinos reintroducidos en la Reserva Biológica Maquipucuna, Ecuador. Implicaciones en la conservación*. *Revista Politécnica*, 26, 54-82.
- Christiansen. P. y Wroe, S. (2007). *Bite forces and evolutionary adaptations to feeding ecology in carnivores*. *Ecology*, 88, 347-358.

- Christiansen, P. (2008). Feeding ecology and morphology of the upper canines in bears (Carnivora: Ursidae). *Journal of Morphology*, 269: 896-908.
- Davis, D. (1955). *Masticatory apparatus in the spectacled bear, Tremarctos ornatus*. Chicago Natural History Museum, Chicago, Illinois, USA.
- Del Moral, F., Zenteno, R. y Lameda, I. (2009). Análisis biostático de las tensiones actuantes en el dentario del oso andino (*Tremarctos ornatus*), durante la mordedura. *Acta Zoológica Mexicana*, 25(3), Xalapa.

**Incidencia de los estilos cognitivos en
el aprendizaje por investigación de
bioquímica metabólica, en la Facultad de
Ciencias Agropecuarias, UCundinamarca**

Jairo Enrique Granados Moreno

<https://orcid.org/0000-0003-4060-7547>, jegranados@ucundinamarca.edu.co

Resumen

Se aplicó un diseño cuasiexperimental (Hernández et al., 2000) con 34 estudiantes de Zootecnia e Ingeniería Agronómica, inscritos en Bioquímica Metabólica, los cuales fueron distribuidos en dos grupos equivalentes (control y experimental), divididos a su vez en dos subgrupos: dependientes e independientes de campo (DC-IC), de acuerdo con el GEFT (Group of Embedded Figures Test) (Witkin et al., 1981). Todos los estudiantes fueron instruidos en el manejo de los mapas conceptuales y los diagramas "Ve" heurísticos (Novak, et al., 1984). No obstante, con el grupo control se trabajó un ciclo de aprendizaje tradicional, basado en talleres, lecturas, análisis de dos videos sobre reacciones químicas y cinco prácticas de laboratorio, que fueron evaluados mediante informes escritos. Además, al grupo experimental se le aplicó una Estrategia Fundamentada en un ciclo de aprendizaje autónomo metacognitivo e interactivo, guiada por la utilización constante de mapas conceptuales y diagramas UVE, en los aspectos individual y grupal. Asimismo, se desarrollaron informes de laboratorio y un modelo de artículo científico, los cuales fueron sustentados en exposición pública. Igualmente, la estrategia se apoyó en el manejo de *software* libre como Chemland 6.0 y Chemlab junto con la consulta constante del website del docente. Los resultados mostraron que los estudiantes independientes de campo presentaron mayor avance conceptual y metodológico en la comprensión significativa del concepto reacción química, según los valores obtenidos en la diferencia de los puntajes pre y posinstruccionales de los mapas conceptuales y diagramas UVE.

Palabras clave: estilo cognitivo, metacognitivo, “Ve” heurística, aprendizaje autónomo

Abstract

A quasi-experimental design (Hernández *et al.*, 2000) was applied with 34 students of Zootechnics and Agronomic Engineering, enrolled in Metabolic Biochemistry, which were distributed into two equivalent groups (control and experimental), divided in turn into two subgroups: field dependent and independent (DC-IC), according to the GEFT (Group of Embedded Figures Test). (Witkin *et al.*, 1981). All students were instructed in the handling of concept maps and heuristic “Ve” diagrams (Novak *et al.*, 1984). However, with the control group a traditional learning cycle was worked, based on workshops, readings, analysis of two videos on chemical reactions and five laboratory practices, which were evaluated through written reports, in addition to the experimental group, a strategy was applied based on a metacognitive and interactive autonomous learning cycle, guided by the constant use of concept maps and UVE diagrams, at the individual and group level. In addition, laboratory reports were developed, a scientific article model, which were supported by public exposure. Likewise, the strategy was supported by the management of free software such as Chemland 6.0 and Chemlab, together with the constant consultation of the teacher’s website. The results showed that the independent students of camp presented greater conceptual and methodological advance in the significant understanding of the chemical reaction concept, according to the values obtained in the difference of the pre and post-constructional scores of the concept maps and UVE diagrams.

Keywords: Cognitive, Metacognitive style, “Ve” Heuristics, Autonomous learning

Introducción

Esta investigación corresponde a un producto derivado del proyecto 50 adjudicado por convocatoria interna, el cual se denomina “Estrategia didáctica metacognitiva basada en proyectos de investigación y su interrelación con el estilo cognitivo de estudiantes y docentes de Ciencias Agropecuarias en la UCundinamarca”.

El estilo cognitivo se considera como una variable de dimensión continua, que refleja las diferencias individuales de funcionamiento cognitivo de los sujetos (Palacios y López, 1992) y está relacionada con su capacidad de reestructuración perceptiva e intelectual. Dicho constructo se ha estudiado en múltiples investigaciones en didáctica de las ciencias (Pozo, 1987), especialmente en su influencia sobre la efectividad en la resolución de problemas (Níaz et al., 1989; López et al., 1991).

Desarrollo

Al comienzo del experimento se caracterizaron aspectos socioeconómicos y culturales de estilo cognitivo y la demanda mental de los sujetos mediante una encuesta estructurada, un test de figuras enmascaradas de Whitkin y un test de intersección de figuras (Leone, 1995). Las

variables evaluadas fueron: asociaciones conceptuales; niveles de competencias básicas, medidas a través de dimensiones conceptuales y metodológicas; rendimiento académico y actitud hacia el aprendizaje; y la metodología científica y la estrategia utilizada, con la aplicación de test tipo Likert y del diferencial semántico.

Conclusiones

Los promedios del grupo experimental superaron significativamente ($p < 0,05$) a los del grupo control. Se observó que el estilo cognitivo de los estudiantes incidió en el proceso heurístico de elaboración y sustentación de laboratorios, lo mismo que en el aspecto actitudinal, al ser más significativo ($p < 0,05$) en los sujetos independientes de campo (IC) del grupo experimental.

Bibliografía

- Álvarez, M. C. (1998). *Interactive Vee diagrams as a metacognitive tool for learning, proceedings of the minority university-space interdisciplinary internetwork*. MU-SPIN users' conference, City College of New York, New York city.
- Ault, C. R., Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1988). *Science Education*, 72(4), 515-545.
- Campbell, D. y Stanley, J. (1973). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Amorrortu.
- Feldsine, J. E. (1987). Distinguishing student misconceptions from alternate conceptual frameworks through the construction of concept maps. En J. D. Novak (ed.), *Proceedings of the 2nd International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, 1, Cornell University, Ithaca, NY, pp. 177-181.
- González, J. y Granados, J. (2016). *Investigación en el laboratorio de nutrición como estrategia didáctica para el aprendizaje de la interrelación fisicoquímica suelo - forraje*. FRADIEAR, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Gowin, D. B. (1981). *Educating*. Cornell University Press.
- Novak, J. D. (1998). Concept maps and vee diagrams: Two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, 19(1), 29-52.

Plaguicidas usados en cultivos de frutas y hortalizas en los municipios de Arbeláez, Cabrera, San Bernardo y Pasca (región del Sumapaz)

Sandra Patricia Carmona Urueña⁴¹

Alejandro Cifuentes Guerrero⁴²

María Nieves Ávila Ávila⁴³

Claudia del Rocío Contreras⁴⁴

41 Enfermera, especialista en Salud Ocupacional y candidata a doctora en Educación, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-0526-4051>, scarmona@ucundinamarca.edu.co

42 Ingeniero agrónomo, M. C. en Economía Ambiental y de los RN, y doctor en Educación, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-0405-8897>, acifuentesguerrero@gmail.com

43 Enfermera, especialista en Educación Ambiental y Desarrollo de la Comunidad, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-0405-8897>, mnavila@ucundinamarca.edu.co

44 Enfermera, especialista en Pedagogía para el Desarrollo del Aprendizaje Autónomo. Con maestría en Salud Pública, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0001-7846-3169>, ccontrerasrodriguez@ucundinamarca.edu.co

Resumen

Colombia es un país de vocación agrícola y el uso de plaguicidas en los cultivos ocasiona residuos en productos cosechados, contaminación de aguas, de suelos, aire, fauna y flora que representan un riesgo potencial para la salud humana. La región del Sumapaz es una despensa de alimentos para el país y el mundo. Por eso, el objetivo de este estudio fue determinar los plaguicidas usados en cultivos de frutas y hortalizas, por medio de una investigación con participación comunitaria de 160 agricultores de veredas seleccionadas de Arbeláez, Cabrera, San Bernardo y Pasca. En el estudio descriptivo, se aplicó un instrumento con 36 preguntas sobre las formas de patrones de uso o tradición de los plaguicidas, la tecnología, la protección personal, los conocimientos y la percepción. Participaron estudiantes de Ingeniería Agronómica, Enfermería e Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cundinamarca. Se identificaron 33 cultivos, 17 frutas y 16 hortalizas, 124 productos comerciales, 56 fungicidas, 54 insecticidas y 6 herbicidas. Además, 75 ingredientes activos, 11 productos en la categoría IA, de los cuales 9 ya están cancelados (según el ICA), 4 productos en la categoría IB, 34 productos en la categoría II y 20 insecticidas prohibidos. En la categoría III hay 54 productos, 14 insecticidas, 38 fungicidas y 2 herbicidas. Asimismo, 6 registrados como categoría IV, 2 insecticidas y 4 fungicidas. Se resalta la necesidad de registrar plaguicidas del grupo IV.

Los agricultores no se protegen de su uso, y aunque son conscientes del peligro para la salud y los animales, hay ausencia de cuidado como valor social o familiar. Se planeó una intervención ecopedagogía mediante alternativas de manejo de cultivos y plagas.

Palabras claves: agricultor, plaguicidas, toxicidad, cuidado, riesgo, ecopedagogía

Abstract

Colombia is an agricultural country, the use of pesticides on crops causes residues in harvested products, water pollution, soil, air, fauna, flora, which represent a potential risk to human health. The Sumapaz region is a food pantry for the country and the world. The objective was to determine the pesticides used in fruit and vegetable crops, a research with community participation of 160 farmers from the selected villages of Arbeláez, Cabrera, San Bernardo and Pasca; descriptive study, an instrument with 36 questions was applied, about the forms of patterns of use or tradition of pesticides, technology, personal protection, knowledge and perception. Students of Agronomy, Nursing, and Environmental Engineering from the University of Cundinamarca participated. 33 crops, 17 fruits and 16 vegetables, 124 commercial products, 56 fungicides, 54 insecticides and 6 herbicides were identified; 75 active ingredients, 11 products in category IA, 9 are already cancelled, according to ICA, 4 products in category IB. 34 products in category II, 20 insecticides banned. In category III, there are 54 products, 14 insecticides, 38 fungicides and 2 herbicides. 6 registered as category IV, 2 insecticides and 4 fungicides. The need to register group IV pesticides is highlighted.

Farmers do not protect themselves from their use, they are aware of the danger to health and animals, there is a lack of care as a social or family value. An ecopedagogical

intervention was planned through crop and pest management alternatives.

Keywords: Farmer, Pesticides, Toxicity, Care, Risk, Ecopedagogical

Introducción

En Colombia el uso y la exposición a plaguicidas es un tema de interés nacional por las repercusiones y el impacto en la salud de la población y el ambiente. Sus estudios se han basado en determinar impactos en la salud y el ambiente en diferentes zonas del territorio, sin embargo, en la región del Sumapaz poco se ha estudiado en cuanto a esta problemática de los plaguicidas y es uno de los mayores centros productores y abastecedores de alimentos, que abarca cerca de 1800 km² de territorio, con 10 municipios, y está ligado al mayor ecosistema de páramo del planeta, como lo es el páramo del Sumapaz. Es considerada como una Zona de Reserva Campesina, cuenta con diversidad de climas, suelos y alturas montañosas, así como de características sociales, culturales y agronómicas especiales, que han permitido durante varias décadas el desarrollo de cerca de 15 cultivos, entre ellos: papa, frijol, arveja, habichuela, café, tomate de mesa, tomate de árbol, lulo, mora, curuba, pitaya, granadilla, gulupa y uchuva, lo cual demanda muchos insumos para la agricultura, especialmente plaguicidas para el control de insectos, hongos, matamalezas y abonos.

Este estudio forma parte del macroproyecto de investigación “Evaluación de la exposición a plaguicidas de los trabajadores agrícolas vinculados a los cultivos de frutas y hortalizas y generación de cambios paradigmáticos en la producción de alimentos, el uso de plaguicidas y los estilos de vida saludables en los municipios de la provincia del Sumapaz”.

El objetivo fue determinar los plaguicidas usados en

cultivos de frutas y hortalizas, investigación que tuvo una participación comunitaria de 160 agricultores de veredas seleccionadas de Arbeláez, Cabrera, San Bernardo y Pasca. Como estudio descriptivo, se aplicó un instrumento con 36 preguntas, sobre las formas de patrones de uso o tradición de los plaguicidas, la tecnología, la protección personal, los conocimientos y la percepción. Participaron estudiantes de Ingeniería Agronómica, Enfermería e Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cundinamarca.

Resultados

En cuanto a tipos de ingredientes activos, de los plaguicidas más usados en sus diferentes cultivos en la población se identificaron 33 cultivos a los que se aplican plaguicidas en frutas (aguacate, breva, curuba, feijoa, lulo, granadilla, guayaba, guanábana, mandarina, maracuyá, mango, mora, naranja, papayuela, tomate de árbol y uchuva) y hortalizas (arveja, papa criolla, maíz, fríjol, habichuela, pepino cohombro, auyama, tomate chonto o de guiso, arracacha, café, cebolla bulbo, plátano, sábila y gladiolo). Se registraron 124 productos comerciales, 56 fungicidas, 54 insecticidas y 6 herbicidas como productos comerciales. Entre estos, 75 ingredientes activos, de ellos 11 productos en la categoría IA, de los cuales 9 ya están cancelados por el ICA, según la información encontrada en la página web del Instituto. Además, 4 productos en la categoría IB y 34 en la categoría II, de los cuales 20 insecticidas están cancelados por el ICA. En la categoría III hay 54 productos, de los cuales 14 son insecticidas, 38 fungicidas y 2 herbicidas. Y 6 registrados como categoría

IV: 2 insecticidas y 4 fungicidas.

Las empresas comercializadoras y las grandes multinacionales de plaguicidas tienen en registro los productos más tóxicos de esta lista. Se cree que el uso de plaguicidas en el Sumapaz puede estar sobrepasando en 200 nombres comerciales y en más de 100 ingredientes activos. Desde el punto de vista de precios, van desde 5000 pesos hasta 300 000 pesos el litro o kg de producto comercial. Los que están por debajo de 20 000 pesos no son los más tóxicos. Según informes, son 590 toneladas de envases y empaques recolectados en el año por el programa Campo Limpio en Cundinamarca.

Los cultivos en los cuales hay mayor uso de estas moléculas son: tomate de árbol con 27, mora con 24 productos, fríjol con 27 productos, arveja con 13, y granadilla, papa criolla y aguacate con 10. Estos cultivos quizá son muy susceptibles a problemas fitosanitarios, lo cual lleva a más aplicaciones y rotación de plaguicidas. El municipio de mayor uso de plaguicidas es San Bernardo, seguido por Cabrera. Pasca está en el tercer lugar.

Se encontró que el agricultor en su gran mayoría ocultó o no dio el total de plaguicidas que utilizan. En el momento de hacer las encuestas se optó por indagar en los lugares donde almacenan los productos y se pudo constatar una mayor cantidad de productos comerciales.

En términos de área sembrada, el fríjol es el cultivo de mayor área con 134 ha, seguido por el maíz con 60 ha, papa con 45 ha, arveja con 35 ha, y tomate de árbol y mora por encima de 30 ha. En ellos también se encuentra el mayor número de agricultores, en orden el fríjol, el tomate y la mora, con 58, 46 y 44 agricultores, respectivamente. Estos

dos últimos en minifundios o áreas individuales pequeñas. Y en relación con los plaguicidas usados, el cultivo de mayor uso es el tomate de árbol, seguidos por el fríjol, la mora y la arveja. Las muestras que se requieran tanto de agricultor como productos para los siguientes estudios de residualidad deben tomarse de los productos con mayor tasa de uso de plaguicidas, y en los que se aplican venenos muy tóxicos por parte de los agricultores y sus apoyos de personal.

Los cultivos que más utilizan plaguicidas son el fríjol, dado que Alto Ariari es una vereda especializada en su producción. El tomate de árbol, la granadilla y la mora también son cultivos de alto uso de moléculas o productos comerciales, ubicados en la vereda Santa Rita en San Bernardo. Y la arveja, granadilla y papa, cultivos también de alto uso en la vereda Boca de Monte en Pasca. Todos los anteriores con el uso de más de 10 productos comerciales, hasta 45 en los de mayor área. Esto significa que en la probabilidad de encontrar un nuevo agricultor, también existe la posibilidad de un nuevo uso o producto.

Esto indica mayor presión de plaga o susceptibilidad de cultivos, y por ende mayor aplicación, y posibles mayores residuos en la fruta. De igual manera, mayor posibilidad de contaminación en agua, suelo o tejido humano, relacionados con las áreas de aplicación.

Los plaguicidas de mayor uso por los agricultores son el Lorsban, por su bajo precio y reconocido por llevar más de 20 años en el mercado con los nombres Daconil, Manzate, Lannate, Elosal, Decis, Dithane y Carbendazin, el campesino se culturiza también con los productos y sus experiencias

de manejo de plagas y enfermedades.

Para determinar ingredientes activos por cultivo, las veredas tienen un alto potencial de producción en frijol, maíz, papa, tomate de árbol, mora, arveja y granadilla, cultivos de clima frío principalmente. Se observa además que a medida que aumenta el número de agricultores, existe la posibilidad de que utilicen nuevos productos comerciales. El uso de ciertos productos tiene estrecha relación con un problema fitosanitario, por ejemplo, en mora los usos están más asociados a fungicidas, dado que en estas condiciones climáticas frías y húmedas prevalecen problemas fitosanitarios asociados a hongos fitopatógenos.

El agricultor hace buen uso de su órgano visual, dado que está revisando periódicamente su cultivo. El problema radica en que decide que todo lo que tenga movimiento debe ser exterminado. No hay aún criterios de aplicación versus daño. Es decir, el umbral de acción es subjetivo, visual y de acuerdo con la experiencia de cada uno, influye el clima, el estado vegetativo y el riesgo de daño. Por ello llegan al extremo de fiar los insumos o de tenerlos en los almacenes de agrotóxicos.

Para realizar un análisis de los sistemas de aplicación, manejo y grados de eficiencia técnica en la relación cultivo-plaga-plaguicida, en cuanto a la tenencia de la tierra, más de 50 agricultores realizan su actividad en tierra propia, lo que genera ahorros en costos de producción. Así, 20 de ellos tiene tierras en arriendo, lo que puede producir una actividad más agresiva frente a plagas y suelo. Y existen otro tipo de relaciones de producción, lo que llaman sociedades, en las cuales el patrón pone suelo, semilla y plaguicidas y ellos ponen mano de obra y cuidado. El 80 %

de los agricultores aplica plaguicidas, y 20 % de ellos no los aplican. Puede relacionarse esto último a los agricultores patrones, o quienes ponen el capital en estos negocios agrícolas.

En cuanto al conocimiento de las plagas, 60 de los agricultores afirman que encuentran deterioro de las plantas, y 40 de ellos identifican la plaga. Otro grupo afirma que hay retardo en el crecimiento. Sobre el criterio de aplicación, 50 agricultores respondieron en mayor grado que ven la plaga, otros porque lo hacen por aplicaciones calendario y otros por el tiempo climático. También hay otros por tradición, que pueden carecer de criterio, por lo que se demuestra que los agricultores siguen un patrón de observación principalmente por el sentido de la visión.

En cuanto a las medidas de protección cuando aplican plaguicidas, el 78 % dicen que sí, y un 20 % no se protegen; la mayoría reportan una protección básica con careta y botas, en 45 de ellos. Asimismo, 34 de ellos utiliza la ropa de uso diario como protección, es decir es incompleta. Y 16 de ellos dicen utilizar todo el equipo de protección, con gafas, impermeables, gorro, botas y tapabocas. Otros 20 de ellos utilizan el equipo completo. Es decir, que más del 70 % de agricultores tienen vulnerabilidad frente a las aplicaciones.

Por otro lado, si reconocían el peligro de aplicar plaguicidas, sobre la salud, el agua, el suelo, el aire y los alimentos, 80 de ellos reportan peligros en la salud, 50 de ellos en el agua, 45 en el suelo, 40 en el aire y 42 en los alimentos. Significa que hay conciencia de los residuos en todas las matrices que pueden recibir los residuos de plaguicidas.

Esto es importante a la hora de buscar soluciones.

En cuanto a la identificación de los colores, según la clasificación toxicológica, el color del producto en la franja del plaguicida indica el peligro: 70 de ellos reconocen que el color rojo es el más peligroso, 40 de ellos dicen que el amarillo es moderadamente peligroso, 40 de ellos que el azul es poco peligroso, mientras el verde no es peligroso. En el reconocimiento de los cambios en el ambiente, reportan muerte de animales, como primer impacto directo, cambios en el aire que respiran porque estos campos se vuelven atmósferas de veneno, y han visto cambios en la vegetación y cambios en el agua, principalmente en su disponibilidad y calidad. Son conscientes y aceptan la contaminación por plaguicidas, cuando todos en una vereda, como Alto Ariari, fumigan a la vez.

Frente al uso del envase, un 80 % lo recolectan para que la empresa de recolección selectiva les dé disposición final. Una vereda, la ubicada en Arbeláez, no reporta este servicio.

En cuanto a los aspectos morales sobre el uso de plaguicidas, como prácticas para proteger la familia con surcos de los cultivos sin aplicación de plaguicidas, un 16 % dicen que sí lo hacen y un 54 % confían que los alimentos tratados con plaguicidas pueden ser consumidos por sus familias, un 80 % lavaban las manos después de aplicar plaguicidas y un 5 % casi siempre, unos pocos que nunca, y otros algunas veces.

Sobre el aprendizaje de técnicas para la aplicación de los plaguicidas, 50 de ellos mencionan que lo aprendieron por cuenta propia, como aprendizaje del trabajo; 26 de ellos indican que lo aprendieron de sus padres, y 30 que

lo aprendieron de un agrónomo. Por último, al menos 10 fueron enseñados por el patrón.

En los temas en que se han capacitado, 50 de los agricultores mencionan que en la plaga que controlan, 46 en técnicas de lavado de la bomba, 44 en manejo y calibración de la bomba, y en menor proporción en la sustancia que manejan. Una pregunta en cuanto al impacto del uso y la manipulación de plaguicidas fue en qué sitio hacen las mezclas. Por lógica, se hace en el lote de cultivo, pero un grupo de 10 agricultores afirman que lo hacen cerca de fuentes de agua o quebradas, lo que muestra un riesgo ambiental.

En aspectos como conciencia y cuidado, la gran mayoría de los agricultores las abona, aporca, riega, las poda y conversan con el cultivo; 30 de ellos dijeron que sí, lo que demuestra que en un grupo de ellos hay relaciones profundas de cuidado y comunicación como seres vivos.

En cuanto a consideraciones de cuidado con la familia a través del bienestar, ellos respondieron que la vivienda, el afecto y el cariño, el trabajo y la colaboración son principios de unidad familiar. La recreación y las consideraciones cuando la pareja se enferma, son los aspectos que menos cuidado o bienestar tienen.

Sobre aplicar plaguicida para el control de pulgas a sus perros, mencionan que cada 6 meses, en su gran mayoría, mas un grupo grande explica que no tienen perro. Grupos pequeños de 5 a 10 agricultores hacen control cada mes

o dos meses. Este comportamiento muestra que hay descuido con los animales domésticos.

En cuanto a la percepción sobre las poblaciones o individuos de flora y fauna asociada al cultivo, organismos como abejas, abejorros, colibrís y luciérnagas disminuyeron para un grupo superior de 65 a 80 agricultores, lo que demuestra que los agricultores son conscientes del efecto de los plaguicidas sobre esta fauna benéfica. Por el contrario, las malezas aumentaron para 50 agricultores, igual que las mariposas, que son consideradas por ellos como plagas.

Analizar el riesgo de aplicaciones por cultivo —según las toxicologías de los ingredientes activos tanto para productos como para los agricultores, de la lista anterior de plaguicidas versus sus riesgos o su evaluación de riesgos por entidades internacionales— muestra que para esta canasta de plaguicidas usadas en las cuatro veredas, se encuentra que de los 50 insecticidas, 13 son productos extremadamente tóxicos, clasificados como la e Ib; 18 están en la categoría II, 14 en la categoría III y 1 en la IV. Esto demuestra que el uso de los agricultores es predominante hacia los más tóxicos y este uso puede estar manipulado por sus distribuidores. Hace falta incluir o registrar más plaguicidas de la categoría IV, los cuales en las fuentes consultadas existen, pero no se encuentran en el registro del ICA. En total, 5 de esta lista son prohibidos por el programa de sostenibilidad de la UTZ al ser altamente peligrosos, 38 como altamente peligrosos por la PAN (red de acción sobre plaguicidas), 14 reportados por toxicidad aguda por inhalación, 14 con toxicidad crónica como carcinógenos, 6 disruptores endocrinos especialmente los piretroides, y 33 de los 51 son tóxicos para abejas, además de 1 tóxico para organismos acuáticos.

Esta revisión se hace porque no hay evidencia ambiental o estudios detallados en la zona, por lo cual se profundiza en los estudios que hacen otros organismos internacionales en cuanto a su evaluación de riesgo, acción que es financiada por los sistemas de registro de plaguicidas de la UE, US-EPA y otros organismos.

Para el caso de estos 51 fungicidas utilizados, no existen productos en las categorías I, la e IB. En total, 13 se encuentran en la categoría II; 35 en la categoría III y 3 en la categoría IV. Según la lista de PAN Internacional, 17 de estos se caracterizan como altamente peligrosos, 5 con toxicidad aguda por inhalación (principalmente dithiocarbamatos, dicarboximidias y clorotaloniles); 13 carcinógenos y 3 mutagénicos (benzimidazoles), que son los mismos tóxicos para la reproducción. No hay en esta lista disruptores endocrinos o con toxicidad ambiental.

Con este análisis se puede concluir que existe alto riesgo de uso de insecticidas principalmente de las categorías Ia, Ib, II y III, por sus efectos agudos y crónicos. Muchos también son muy peligrosos de uso por inhalación, incluidos fungicidas. Y la gran mayoría de los insecticidas usados tienen efectos nocivos sobre las abejas. De igual manera, el uso de estos productos plaguicidas puede revelar la relación con problemas de salud de este grupo de agricultores.

Conclusiones

Se han identificado los principales plaguicidas e ingredientes activos más usados por los agricultores de las veredas Alto Ariari de Cabrera, Santa Rita de San Bernardo y Boca de Monte Pasca y El Cuartel de Arbeláez, en sus diferentes cultivos. Se identificaron 33 cultivos a los que se aplican plaguicidas en frutas (aguacate, breva, curuba, feijoa, lulo, granadilla, guayaba, guanábana, mandarina, maracuyá, mango, mora, naranja, papayuela, tomate de árbol y uchuva) y hortalizas (arveja, papa criolla, maíz, fríjol, habichuela, pepino cohombro, auyama, tomate chonto o de guiso, arracacha, café, cebolla bulbo, plátano, sábila y gladiolo).

En los productos comerciales e ingredientes activos por cultivo, se resalta que el fríjol, la mora y el tomate de árbol son los cultivos que más moléculas demandan por su área de siembra. En los 33 cultivos se registraron 124 productos comerciales, 56 fungicidas, 54 insecticidas y 6 herbicidas como productos comerciales. Entre ellos, 75 ingredientes activos, 11 productos en la categoría IA, de los cuales 9 ya están cancelados por el ICA, según la información encontrada en la página web del instituto. Además, 4 productos en la categoría IB, 34 en la categoría II, de los cuales 20 insecticidas fueron cancelados por el ICA. En la categoría III hay 54 productos, de los cuales 14 son insecticidas, 38 fungicidas y 2 herbicidas. Y, por último, 6 registrados como categoría IV: 2 insecticidas y 4 fungicidas. Se resalta la necesidad de registrar plaguicidas del grupo IV.

En cuanto a los sistemas de aplicación, manejo y grados de eficiencia técnica en la relación cultivo-plaga-plaguicida, se resalta que la gran mayoría utiliza bomba estacionaria y ropa de diario en sus aplicaciones, es decir no se protegen de manera adecuada, aunque son conscientes del peligro en la salud, en los animales no objetivos y en ellos mismos.

En cuanto al riesgo de aplicaciones por cultivo, según las toxicologías de los ingredientes activos tanto para productos como para los agricultores, se encuentra una variada canasta de plaguicidas, pero en su mayoría muy tóxicos, lo que aumenta el peligro de uso. La mayoría de los insecticidas afectan las abejas. Se requiere concientizar en estos resultados y buscar alternativas con productos menos tóxicos o de menos riesgo y en productos amigables con la salud y el medioambiente.

En cuanto a los efectos de uso, aplicación, riesgo, peligro e impacto en la fauna, los agricultores son conscientes de la dinámica del impacto de los plaguicidas, que en muchos casos no tienen el suficiente cuidado con ellos, y por supuesto con la naturaleza. Hay ausencia de cuidado con ellos mismos y con lo que los rodea, lo que pedagógicamente puede ser la estrategia de trabajo con estas comunidades. Hay ausencia de cuidado como valor social o familiar en relación con las actividades agropecuarias. Es decir, hay que despertar el sentido del cuidado en toda su dimensión.

Los agricultores son receptivos a estas iniciativas, y están deseosos de resultados y estrategias promisorias que permitan hacer una agricultura menos riesgosa frente al uso de plaguicidas tóxicos para la salud y el ambiente.

Son parte de un diagnóstico acertado hacia nuevas posibilidades.

Con esta información se planeó una intervención tecnopedagógica con los agricultores, en pro de su uso seguro, de cuidar su salud y la del ambiente, y de mostrar otras alternativas de manejo de plagas.

Bibliografía

Aiassa, D., Mañas, F., Bosch, B., Peralta, L., Gentile, N., Bevilacqua, S., Gómez Miralles, J., Berrardo, S. y Gorla, N. (2009). Los plaguicidas. Su relación con la salud humana y ambiental en la provincia de Córdoba. *Revista Experiencia Médica*, 27(2). <https://reduas.com.ar/los-plaguicidas-su-relacion-con-la-salud-humana-y-ambiental-en-la-provincia-de-cordoba/>

Aiassa, D., Reartes, N. y Martí, A. (2008). Revisión y armonización de la legislación ambiental de la ciudad de Río Cuarto (Córdoba, Argentina). *Ciencia*, 3(5), 129-140. <http://www.exactas.unca.edu.ar/revista/v50/pdf/RevCiencia5-8.pdf>

Ávila, M. N. (2016). *Reconocimiento de la problemática del uso de plaguicidas en comunidades agrícolas en la región del Sumapaz*. Tesis de grado, UCundinamarca. <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/1005>

Amaya, E., Camacho Kurmen, J. E., Meneses, S. y Roa, A. M. (2008). Valoración de factores de riesgo asociados a los hábitos de manejo y exposición a organofosforados y carbamatos en habitantes y trabajadores de la vereda de Bateas del municipio de Tibacuy, Cundinamarca, Colombia. *Nova*, 6(10), 147–155. <https://doi.org/10.22490/24629448.405>

Ávila, M. N. (2016). *Reconocimiento de la problemática del uso de plaguicidas en comunidades agrícolas de la región del Sumapaz*. Girardot, Cundinamarca.

Bravo Durán, V., De la Cruz Malavassi, E., Herrera Ledezma, G. y Ramírez Muñoz, F. (2013). Uso de plaguicidas

en cultivos agrícolas como herramienta para el monitoreo de peligros en salud. *Uniciencia*, 27(1), 351-376. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475947762021>

Buitrago, C. A. y Gómez García, M. (2008). *Uso aparente de plaguicidas en Colombia durante los años 2004–2007*. <http://cep.unep.org/repacar/informacion-depaises/colombia-1/uso-de-plaguicidas-en-colombia-2004-2007>

Cárdenas, O., Silva, E., Morales, L. y Ortiz, J. (2005). Estudio epidemiológico de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en siete departamentos colombianos, 1998-2001. *Biomédica*, 25(2). <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1339>

Cardona, J. I. (2015). *Reseña histórica, escenarios y protagonistas de los estudios plaguicidas en Colombia*. III Congreso Internacional de Educación Ambiental UCundinamarca, Fusagasugá. Editorial UCundinamarca.

Casida JE y Quistad GB. (1998). Golden age of insecticide research: past, present, or future? *The Annual Review of Entomology*, (43),1-16. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.1>

Cifuentes, A. (2015). *Aspectos paradigmáticos del uso de plaguicidas en la región del Sumapaz*. III Congreso Internacional de Educación Ambiental y Redes Sociales.

Del Prado-Lu, J. L. (2007). Pesticide exposure, risk factors and health problems among cutflower farmers: a cross sectional study. *J Occup Med Toxicol.*, 2(9). <https://doi.org/10.1186/1745-6673-2-9>

Del Puerto Rodríguez, A. M. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista*

Cubana de Higiene y Epidemiología, (16).

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2006). *Conpes 3375-2006. Política para la implementación del Sistema de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias*.

Díaz, M. V. (2012). *Impacto en la salud y el medioambiente por exposición a plaguicidas e implementación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de tomate*. *Revista Chilena de Salud Pública*, 11.

Diccionario de Términos Fitosanitarios. (2005). *NIMF No. 5*.

Eddleston, M., Karalliedde, L., Buckley, N., Fernando, R., Hutchinson, G., Isbister, G., Konradsen, F., Murray, D., Piola, J. C., Senanayake, N., Sheriff, R., Singh, S., Siwach, S. B. y Smit, L. (2002). Pesticide poisoning in the developing world - a minimum pesticides list. *Lancet* (London, England), 360(9340), 1163–1167. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(02\)11204-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(02)11204-9)

Espinosa, S. y Cifuentes, A. (2018). *Evaluación e intervención tecnopedagógica sobre el uso de plaguicidas en cuatro veredas de los municipios de Pasca, Arbeláez, San Bernardo y Cabrera de la región del Sumapaz*. Tesis, Universidad de Cundinamarca.

García, J. (1998). Intoxicaciones agudas por plaguicidas: costos humanos y económicos. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 4(6). Washington.

García, Y. (2006). *Exposición a plaguicidas y efectos en la salud de los trabajadores agrícolas de Sinquinque, municipio de Urdaneta, estado de Lara*. Barquisimeto.

Gentile N., Mañas F., Peralta L., Bosch B., Gorla N. y Aiassa D. (2010). Encuestas y talleres educativos sobre plaguicidas en pobladores rurales de la comuna de Río de los Sauces, Córdoba. *Revista de Toxicología en Línea (ReTeL)*, (30), 36-57. <http://www.sertox>.

com.ar/img/item_full/30004.pdf

- Guerrero, J. A. (2003). Estudio de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas en áreas específicas de Colombia. *Agronomía Colombiana*, 21(3), 198-209. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/19815/20919>
- Idrovo, A. J. (1999). Intoxicaciones masivas con plaguicidas en Colombia. *Revista Biomédica*, (10).
- Idrovo, A. J. (2000). *Vigilancia de las intoxicaciones con plaguicidas en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2003). *Comercialización de plaguicidas 2003*. Produmedios.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2004). *Comercialización de plaguicidas en Colombia*.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2009). *Comercialización de plaguicidas 2008*. Produmedios.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2011). *Estadísticas de comercialización de plaguicidas de uso agrícola*. Produmedios.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2014). *Estadísticas de comercialización de plaguicidas químicos de uso agrícola 2013*. Produmedios.
- Instituto Colombiano de Desarrollo Rural [Incoder]. (2012). *Caracterización sociodemográfica del área de desarrollo rural de Sumapaz*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (2012). *Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional, GTC45 - 2012-06-20*. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (s. f.). *Los plaguicidas y sus efectos sobre*

el medioambiente marino. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/002877/HTM/CAPITULO_1.HTM

Justicia, M. D. (2007). *Gaceta Oficial de la República de Cuba.* http://www.minagri.gov.ar/site/desarrollo_rural/forobioinsumos/normativas/Res_C

Lantieri, M. J. (s. f.). *Exposición a plaguicidas en agroaplicadores terrestres de la provincia de Córdoba, Argentina. Factores condicionantes.* Córdoba (Argentina).

Martín Culma, N. Y. (2017). *Evaluación y efectos de los pesticidas en las abejas: situación actual y normatividad en Colombia.* Trabajo de grado, Universidad de Cundinamarca. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/451/EXPOSICI%C3%93N%20Y%20EFECTOS%20DE%20LOS%20PESTICIDAS%20EN%20LAS%20ABEJAS%20SITUACI%C3%93N%20ACTUAL%20Y%20NORMATIVIDAD%20EN%20COLOMBIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Montoro, Y., Moreno, R., Gomero, L. y Reyes, M. (2009). Características de uso de plaguicidas químicos y riesgos para la salud en agricultores de la sierra central del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(4), 466-472. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342009000400009&lng=es&tlng=es

Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2008). *Investigación cualitativa en enfermería: contexto y bases conceptuales.* Serie PALTEX Salud y Sociedad.

Organización Panamericana de la Salud [OPS]-Organización

- Mundial de la Salud [OMS]. (1993). *Guía para la salud y la seguridad N° 14*. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud - Programa de Salud Ambiental - México.
- Palacios, M. E. y Paz, M. P. (2011). Sintomatología persistente en trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas órgano-fosforados. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 10.
- PAN - Pesticide Action Network International. (2016). *Lista de plaguicidas altamente peligrosos de PAN Internacional*. PAN Germany.
- Poma, M., Bustillos, N. y Ascarrunz, E. (2010). *Daño genotóxico por exposición a plaguicidas en agricultura*. Municipio de Luribay, La Paz, Bolivia.
- Rozas, M. E. y Ovalle, A. (1983). *Alimentemos el mundo sin venenos*. Red de Acción en Plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAP-AL). Santiago de Chile RAP-AL.
- Salcedo Monsalve, A., Díaz Criollo, S. M., Varona Uribe, M. E., González Mantilla, J. F. y Rodríguez Forero, A. (2012). Exposición a plaguicidas en los habitantes de la ribera del río Bogotá (Suesca) y en el pez Capitán. *Revista Ciencias de la Salud*, 10(número especial). <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/revsalud/article/view/2026>
- USDA. (2014). *Pesticida Data Program. Annual Summary*. Calendar Year 2013.
- UTZ. (2015). *Lista de plaguicidas prohibidos y lista de plaguicidas en vigilancia, versión 1.0*. Departamento de Estándares y Certificación de Ruyterkade, Ámsterdam. Holanda.

Wasim, A., Dwaipayan, S. y Ashim, C. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1-12.

Productividad y competitividad de los cultivos de lechuga, maíz y papa en Colombia

Jairo Alonso Ávila Moreno⁴⁵

Olga Marina García Norato⁴⁶

Carlos Andrés Bustos González⁴⁷

45 Magíster en Desarrollo Rural, especialista en Finanzas y en Gerencia Informática. Administrador de empresas de la Universidad Externado de Colombia. Docente investigador de la Universidad de Cundinamarca, Grupo de Investigación DOPyS. <https://orcid.org/0000-0002-7295-3009>, jairo3139@yahoo.es y jalonsoavila@ucundinamarca.edu.co

46 Doctora en Historia, magíster en Desarrollo Rural, especialista en Finanzas y economista de la Universidad Santo Tomás de Bucaramanga. Docente investigadora de la Universidad de Cundinamarca, Grupo de Investigación ADCODER y Directora de Investigación Universitaria. <https://orcid.org/0000-0003-4719-3033>, omgarcia@ucundinamarca.edu.co y olga.garciauddec17@gmail.com

47 Ingeniero agrónomo y magíster en Ciencias Ambientales. carlosbustos23@hotmail.com

Resumen

Este artículo presenta a la comunidad académica el resultado del análisis de la productividad y competitividad de los cultivos de lechuga, maíz y papa en Colombia, a partir de los análisis elaborados con la información de instituciones y autores de reconocido prestigio académico en el mundo. La pretensión es señalar que el desarrollo regional es un tema que apasiona a muchos investigadores, y el propósito es buscar alternativas que permitan vencer obstáculos y círculos viciosos que impiden avanzar en un objetivo básico para cualquier población que es la consecución de niveles de ingreso apropiados que le permitan vivir de manera digna a los productores rurales, con estándares de seguridad alimentaria y calidad de vida. Por eso establecer los determinantes de la productividad y competitividad ayuda a actuar sobre estas variables, de tal manera que en el mediano y largo plazos puedan mejorar y finalmente transformar la productividad del territorio. Esa concepción de territorio productivo y competitivo es la que motiva el diseño de políticas públicas nacionales, departamentales y locales, con visión holística, que contribuyan a resolver los problemas ambientales, económicos, sociales, institucionales y de infraestructura que apunten a desarrollarlos, a partir de sus capacidades.

Palabras clave: productividad, competitividad, lechuga, maíz, papa

Abstract

This article presents to the academic community the result of the analysis of the productivity and competitiveness of lettuce, corn and potato crops in Colombia, based on the analyzes prepared with information from institutions and authors of recognized academic prestige in the world. The claim is to point out that regional development is a topic that many researchers are passionate about, the purpose is to seek alternatives that allow to overcome obstacles and vicious circles that prevent progress in a basic objective for any population, which is the achievement of appropriate income levels that allow rural producers to live with dignity, with standards of food safety and quality of life. For this reason, establishing the determinants of productivity and competitiveness, allows to act on these variables, in such a way that in the medium and long term they can improve and finally transform the productivity of the territory. This conception of productive and competitive territory is what motivates the design of public policies at both the national, departmental and local levels, with a holistic vision that contributes to solving the environmental, economic, social, institutional and infrastructure problems that aim to develop them, starting from their abilities.

Keywords: Productivity, competitiveness, lettuce, corn, potato

Introducción

Este artículo presenta, en primer lugar, a la comunidad académica la metodología utilizada para identificar el comportamiento de la producción de papa, lechuga y maíz en Colombia en aras de señalar si la productividad permite la competitividad en los mercados locales, regionales, nacionales e internacionales.

Se evidencian algunas causas que han limitado la competitividad del sector agrícola colombiano, a partir de una juiciosa revisión del estado del arte del sector agrícola, en documentos institucionales y artículos de autores reconocidos por sus investigaciones sobre este importante tema.

Finalmente se presentan los resultados del análisis de la productividad de los cultivos de lechuga, maíz y papa en Colombia, comparada con la producción mundial, con el fin de evidenciar que el aporte colombiano es relativamente bajo, aspecto que enfatiza en la baja competitividad de los productores nacionales en los mercados regionales, nacionales e internacionales.

Metodología

Esta investigación fue adelantada con una metodología de tipo descriptivo correlacional, en la cual la competitividad es la variable dependiente sobre la cual interactúan otras variables independientes como volúmenes, precios, innovación, calidad, área sembrada, rendimientos por ha, costos por ha, acceso a mercados, infraestructura productiva, tecnología, formas de comercialización, recursos financieros, capital humano, tamaño del mercado, transformación de productos básicos, asociatividad, investigación, preservación del medioambiente y cambio climático entre otros.

En el proceso investigativo se usaron los siguientes instrumentos de recolección de la información:

- Consulta de datos históricos sobre el comportamiento del sector, tanto a nivel local, como regional, nacional y mundial.
- Consulta de bases de datos sobre el tema de estudio del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, Plan de Desarrollo de Cundinamarca 2016-2020 “Unidos podemos más”, planes de desarrollo municipal de la provincia región Sabana Centro y datos estadísticos del departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), Informe Calidad de Vida Universidad de La Sabana (2016) y la Encuesta Longitudinal Colombiana de la Universidad de los Andes (Elca), datos del Tercer Censo Nacional Agropecuario (Dane) 2014, Departamento Nacional de Planeación (2007) y World Economic Forum (2019).

- Instrumentos: encuestas, las cuales fueron diseñada para cada uno de los productos (papa, lechuga y maíz), y fueron subdivididas en cuatro ítems: identificación de la unidad productiva, entorno ocupacional, oferta y demanda y estructura tecnológica e innovación. Cada uno de estos instrumentos estuvo conformado por ochenta preguntas orientadas a identificar cada una de las variables que influyen en la competitividad regional y que por ende dan respuesta a la variable dependiente.

Resultados

De manera preliminar se han encontrado hallazgos que permiten visualizar el panorama del sector agropecuario nacional y departamental. Según un informe de calidad de vida realizado por la Universidad de La Sabana, las hectáreas cultivadas se redujeron en un 36 % en la Sabana Centro, lo que evidencia la transformación de las actividades económicas y el desplazamiento de los agricultores a las grandes ciudades, en búsqueda de nuevas oportunidades,

Sin embargo, el sector agropecuario ha mostrado un gran dinamismo en los últimos años y la producción ha sido un factor determinante en la economía nacional. La participación del sector agropecuario en 2016 en la economía nacional fue del 9 % de la producción total. Factores determinantes como la disponibilidad de tierra, el suministro de agua y la diversidad topográfica y climática han hecho que Colombia sea considerado el séptimo país con la oportunidad de convertirse en despensa agrícola

[Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2011].

Esta tendencia es preocupante en Colombia ya que hay ejemplos de cultivos que a través del tiempo han desaparecido como actividad productiva. Es el caso del trigo: en 1950 en Colombia se sembraron cerca de 145 000 hectáreas y se cosecharon 102 000 toneladas (Valderrama, 1976). Y en 2016, solamente se reportaron 6195 hectáreas sembradas y una producción de 13 476 toneladas de trigo (Fenalce, 2017). La tasa de crecimiento anual en área, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (en adelante MADR) (2017) es del 9 %, al analizar valores desde 1986 hasta 2013.

Los datos anteriores indican que hubo un decrecimiento que puede llevar a la desaparición del cultivo en los próximos años (Álvarez y Chaves, 2017). De la misma manera, otros cultivos como la papa, el maíz y la lechuga pueden llegar a sufrir el mismo desenlace, si no se toman correctivos que permitan revertir este proceso.

De acuerdo con el boletín de la Encuesta Nacional Agropecuaria (Ena) del Dane realizada en 2017, relacionada con el nivel de escolaridad en Colombia, muestra que se presenta el siguiente nivel de escolaridad: del total de la población que es 1 840 806 habitantes, el 65,2 % tiene un nivel de escolaridad primaria, el 7,6 % secundaria, el 9,9 % media, el 1,8 % técnico o tecnólogo, el 5,2 % universitario, el 0,9 % posgrado, y ninguno corresponde al 9,5 %.

Se reporta adicionalmente que la condición jurídica de los productores agropecuarios que predomina corresponde a personas naturales solas (90,4 %), seguido de personas naturales asociadas con el 1,2 %.

Además, en cuanto a la seguridad alimentaria y los Objetivos del Desarrollo Sostenible, la búsqueda de esta fue adoptada como prioridad mundial con la Declaración de Roma de 1996 (FAO, 1996). En 2015, la comunidad global logró la Meta de Desarrollo del Milenio de reducir a la mitad el número de personas que sufren de desnutrición, gracias en gran parte a las reducciones logradas en Latinoamérica (FAO, IFAD y WFP, 2015). Sin embargo, aunque Colombia logró reducir en un 12 % esos niveles, avanzó muy poco dado que en 2015 las tasas de desnutrición en el país se hallaban cerca del 9 %, y lo más significativo es que 54 de cada 100 hogares se encontraban en grado de inseguridad alimentaria (MinSalud, 2015).

Se puede afirmar que una de las principales necesidades que el país presenta actualmente alrededor de la agricultura es la seguridad alimentaria, debido a que al proveerla se evita la malnutrición y desnutrición, aspecto que el Gobierno colombiano ha venido trabajando con la FAO, en áreas determinadas, como estrategia para el mejoramiento de la agricultura y la alimentación, permitiendo aportar a la erradicación de la pobreza extrema en el país, la cual todavía presenta tasas altas. Cabe resaltar que aunque esta situación es preocupante, se han aumentado los cultivos agrícolas nacionales, según lo afirma el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

Porter (1991) en su trabajo *La competitividad de las naciones* propone analizar la empresa y el sector para identificar los factores que determinan la generación de valor agregado y si estos son sostenibles en el mediano y largo plazos. Adicional a esto realiza un estudio a diez países para un período de cuatro años, con el fin de entender los patrones del éxito competitivo, lo cual le permite concluir que la innovación genera niveles más altos de competitividad.

Además, resalta que la capacidad para innovar se afecta por las condiciones de los factores, las condiciones de la demanda, las industrias relacionadas y de apoyo, y la estrategia, estructura y rivalidad de las firmas.

Por lo anteriormente planteado por Porter, se considera que el Estado debe intervenir como catalizador en el mercado. En 2007, Porter en una actualización argumenta que el tipo de cambio, el costo de la mano de obra, el balance comercial positivo, el nivel de intervención gubernamental y las tasas de interés no tienen nada que ver con la competitividad de un país; lo que se necesita es buen liderazgo, tanto en el ámbito privado como en el público.

Con base en Agronet (2020), en Colombia el cultivo de lechuga se desarrolla principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y Nariño. En 2018 se produjeron 94 514 ton, ubicándose Cundinamarca como el primer productor con 23 525 ton, de las cuales la provincia Sabana Centro produjo el 51 % del departamento, con 11 983 ton.

Tabla 1. Rendimiento lechuga en 2019, región Sabana Centro

Tipo productor	Región	Rendimiento (ton/ha)
Pequeño	Sabana Centro	7
Mediano	Sabana Centro	14
Grande	Sabana Centro	22,2

Fuente: elaboración propia.

Los niveles de producción anteriores para la Sabana Centro, se presentan y se diferencian por el uso más intensivo de tecnología, insumos agrícolas, fungicidas e insecticidas que permiten lograr unos mayores rendimientos a medida que el tamaño del predio es mayor y el uso de tecnología se hace más intensivo. La inversión por hectárea es mayor, pero al mismo tiempo son mayores los rendimientos y por ende la rentabilidad.

Cultivo de maíz. Se desarrolla a una temperatura de 25 a 30°C, por esto demanda bastante luz solar y en climas húmedos su rendimiento es más bajo; además, llega a soportar temperaturas mínimas de 8 °C y a partir de 30 °C

puede presentar problemas en consecuencia a la mala absorción de nutrientes, minerales y agua; se adapta bien a todos los tipos de suelo, preferiblemente profundos, con buena materia orgánica y pH entre 6 a 7 (Infoagro, 2020).

Como señala el MADR (2019) (Tabla 2), se dio a conocer la producción mundial de maíz en 2018, que fue de 1147 621 938 ton sobre una superficie de 193 733 568 ha y con un rendimiento promedio de 5,9 ton/ha.

Tabla 2. *Indicadores promedio mundial del cultivo de maíz en 2018*

Año	Producción (ton)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (ton/ha)
2018	1147 621 938	193 733 568	5,9

Fuente: FAOSTAT (2020).

En relación con la producción mundial, en la Tabla 3 se observa que en 2018 EE. UU. ocupó el primer lugar con 392 540 840 ton, equivalentes al 34 % del total mundial, seguido de China con 257 173 900 ton; al respecto, la producción de maíz en Colombia es marginal y representó el 0,12 % de la producción mundial con 1 388 246 ton.

Tabla 3. Países con mayor producción y área cosechada de maíz en 2018

Orden	País	Producción (ton)	Área cosechada (ha)
1	EE. UU.	392 450 840	33 079 360
2	China continental	257 173 900	42 130 050
	Colombia	1 388 246	391 389

Fuente: FAOSTAT (2020).

Teniendo en cuenta a Govaerts *et al.* (2019), la Tabla 4 ilustra el promedio de rendimiento mundial en 2018 que fue de 5,9 ton/ha; en primer lugar, se encontró a Emiratos Árabes Unidos con 28 ton/ha; seguido de San Vicente y las Granadinas con 28 ton/ha; por su parte, Colombia presentó un rendimiento bajo de 3,5 ton/ha, ubicándose por debajo del promedio mundial.

Tabla 4. Países con mayor rendimiento de maíz en 2018

Orden	País	Rendimiento (ton/ha)
1	Emiratos Árabes Unidos	28
2	San Vicente y las Granadinas	28
	Colombia	3,5

Fuente: FAOSTAT (2020).

Con referencia a la productividad del cultivo en Colombia, los principales departamentos productores son: Córdoba, que en 2018 presentó una producción de 125 004 ton, seguidamente están Meta, Tolima y Valle del Cauca; así mismo, los rendimientos más altos son Valle del Cauca con 4,3 ton/ha y Meta con 4,1 ton/ha. De otro modo, los menores rendimientos se presentan en Chocó (0,6 ton/ha), San Andrés y Providencia (1 ton/ha) y Magdalena (2,1 ton/ha). Por su parte, Cundinamarca presentó una producción de 75 000 ton en 2018, y la provincia Sabana Centro obtuvo una producción de maíz tradicional de 1175 ton (Govaerts *et al.*, 2019).

Al respecto, Millán (2015) afirma que las grandes diferencias de los principales productores de maíz, que son EE. UU. y China, con el resto del mundo están marcadas por el uso de material genético modificado y la tecnificación de sus

cultivos.

En ese mismo contexto, la investigación relacionada con la producción de semillas de alta calidad es un factor determinante en el aumento de la productividad y la calidad del cultivo de maíz; así mismo, debe ir acompañada de jornadas de capacitación, con el fin de socializar y transferir la tecnología al agricultor (Sugiman *et al.*, 2020).

Tabla 5. Rendimiento de maíz en 2019, región Sabana Centro

Tipo de productor	Región	Rendimiento (ton/ha)
Pequeño	Sabana Centro	1,1
Mediano	Sabana Centro	2,2
Grande	Sabana Centro	3,5

Fuente: elaboración propia.

Los niveles de producción anteriores para la Sabana Centro, se presentan y se distinguen por la diferencia en el uso de tecnología, insumos agrícolas, fungicidas e insecticidas que permiten lograr unos mayores rendimientos a medida

que el tamaño del predio es mayor y el uso de tecnología se hace más intensivo. La inversión por hectárea es mayor, pero al mismo tiempo son mayores los rendimientos y por ende la rentabilidad.

Cultivo de papa. Es una planta herbácea, tuberosa, perenne a través de sus tubérculos y caducifolia, es originaria de Sudamérica y se cultiva en todo el mundo. El clima óptimo para su siembra es el templado frío, con temperaturas de entre 13 y 18 °C, además soporta el pH ácido entre 5 y 5-6 (Inforagro, 2020).

Según datos de FAOSTAT (2020), en la Tabla 6 se resume la producción mundial del cultivo de papa en 2018 que fue de 368 247 077 ton, con una superficie cosechada de 17 580 072 y hay un rendimiento promedio mundial de 20,9 ton/ha; anudado a esto, en la Tabla 7 se muestran los principales países productores. En primer lugar, se encontró a China con 90 259 155 ton en un área cosechada de 4 810 888 ha; en el segundo lugar India con 48 529 000 millones de toneladas equivalentes a un 13 % de la producción mundial. Por su parte, Colombia presentó una producción de 3 107 580 de ton, equivalentes al 0,8 % mundial en un área cosechada de 141 299 ha y un rendimiento del 21,9 %.

Tabla 6. Indicadores promedio mundiales del cultivo de papa en 2018.

Año	Producción (ton)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (ton/ha)
2018	368 247 077	17 580 072	20,9

Fuente: FAOSTAT (2020).

Tabla 7. Países con mayor producción y área cosechada de papa en 2018

Orden	País	Producción (ton)	Área cosechada (ha)
1	China, Continental	90 259 155	4 810 888
2	India	48 529 000	2 151 000
	Colombia	3 107 580	141 299

Fuente: FAOSTAT (2020).

Con base en el indicador de rendimiento, en la Tabla 8 se observa que Kuwait presentó el rendimiento más alto con 62,3 ton/ha; en segundo lugar, Nueva Zelanda con 50,4

ton/ha. Por su parte, Colombia presentó un rendimiento de 21,9 ton/ha, ubicándose por encima del promedio mundial.

Tabla 8. Países con mayor rendimiento de papa en 2018

Orden	País	Rendimiento (ton/ha)
1	Kuwait	62,3
2	Nueva Zelanda	50,4
	Colombia	21,9

Fuente: FAOSTAT (2020).

Como lo hace notar Agronet (2020), la producción del cultivo en Colombia en 2018 fue de 3 107 580 ton, y Cundinamarca ocupa el primer lugar con 943 170 ton; por su parte la provincia Sabana Centro produjo 53 914 ton. Además, Correa *et al.* (2009) manifiestan que el 89 % de la producción del país se destinó a la comercialización, el 7 % al autoconsumo y el 4 % para semilla.

Tabla 9. Rendimiento de papa en 2019, región Sabana Centro

Tipo de productor	Región	Rendimiento (ton/ha)
Pequeño	Sabana Centro	8
Mediano	Sabana Centro	15
Grande	Sabana Centro	21,9

Fuente: elaboración propia.

Los niveles de producción anteriores para la Sabana Centro se presentan y diferencian por el uso más intensivo de tecnología, insumos agrícolas, fungicidas e insecticidas, que permiten lograr unos mayores rendimientos a medida que el tamaño del predio es mayor y el uso de tecnología se hace más intensivo. La inversión por hectárea es mayor, pero al mismo tiempo son mayores los rendimientos y por ende la rentabilidad.

Por su parte, el trabajo de campo permitió establecer que la lechuga es el producto que mayor rentabilidad presenta por ha, que oscila entre 20 y 30 millones por ha, que en términos porcentuales es entre 100 % y 150 %, seguido por el maíz que genera una utilidad de entre \$2,5 y \$3,5 millones de utilidad por ha, que en términos porcentuales está entre 83 % y 116 %, y por último la papa que da una utilidad de entre menos \$2 y \$2 millones por ha, y en términos porcentuales la rentabilidad oscila entre -20 %

y 20 %. Por tanto, la lechuga es el producto con mayor nivel de competitividad, seguido por el maíz y por último la papa presenta el menor nivel de competitividad de los tres productos. Sin embargo, es la papa la que presenta mayores niveles de ocupación laboral por ha de los tres productos, según se visualiza en los datos arrojados en las encuestas.

Los encuestados manifestaron en su totalidad que en el último año no han realizado ninguna innovación, por lo que es de vital importancia fomentar la realización de estas por medio de estrategias como campañas educativas y acceso a recursos enfocados a esto.

Tabla 10. Costo, ingresos, utilidad y rentabilidad por hectárea

Cultivo	Costo/ha	Ingresos/ha	Utilidad/ha	Rentabilidad/ha
Papa	Entre 8 y 12 millones	Entre 8 y 12 millones	Entre (-) \$2 millones y \$2 millones	Entre (-) 20 % y 20 %
Maíz	Entre \$2,5 millones y \$3,5 millones	Entre 5 y 7 millones	Entre 2,5 y 3,5 millones	Entre 83 % y 116 %
Lechuga	Entre 17 y 23 millones	Entre 50 y 80 millones	Entre 20 y 30 millones	Entre 100 % y 150 %

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Se concluye que la actividad agrícola ha venido perdiendo importancia en Colombia y llega a representar solo el 9 % del PIB, según datos del Dane de 2016.

Colombia tiene un gran potencial agropecuario y se le considera como el séptimo país en la oportunidad de convertirse en despensa agrícola, situación que no ha sido aprovechada adecuadamente y al contrario ha ido perdiendo en la economía nacional.

Los índices de escolaridad son preocupantes, ya que el 65,2 % tiene un nivel de escolaridad primaria y el 9,5 % no tiene escolaridad, lo cual dificulta cualquier proceso de transformación agropecuaria.

Según datos del Ministerio de Salud (2015), la tasa de desnutrición es de un 9 %, situación que se podría evitar si se implementaran políticas para mejorar la productividad y distribución de alimentos en Colombia.

La actividad agropecuaria ha ido trasladándose de la actividad agrícola a la actividad pecuaria, y representa la primera un 7,3 % y la segunda un 78,2 %, lo cual tiene implicaciones grandes en el nivel de empleo del sector rural.

Los productores nacionales tienen mayor tendencia a

producir de manera individual con la figura de personas naturales asociadas, lo cual dificulta lograr economías de escala y una mayor competitividad.

Es de suma importancia para Colombia establecer sus niveles de competitividad tanto regional como nacional, ya que para establecer objetivos y estrategias de desarrollo es imprescindible partir de indicadores que midan el estado en que se encuentra, los avances que se va logrando y los retos que se deben plantear para lograr niveles óptimos en el país.

Las estrategias que se definan en busca de mejorar la competitividad deben partir de reconocer el estado de avance de cada una de esas categorías, las acciones necesarias para optimizarlas, los recursos requeridos para llevarlas a cabo y el compromiso adquirido por cada uno de los actores de desarrollo.

Es fundamental reconocer la importancia que tiene el sector agrícola como motor de desarrollo económico y social desde la óptica gubernamental nacional y local, y como aspecto trascendental en la política de seguridad alimentaria.

Es imperioso impactar la conciencia de la población, en cuanto a la importancia de cambiar la actitud frente a las tradiciones agrícolas y productivas. Se requiere una actitud de cambio de los modelos productivos tradicionales.

Así mismo, definir estrategias que impacten en el factor

humano, generando conocimiento, habilidades y destrezas que permitan crear nuevos procesos, la adopción de nuevas tecnologías y una cultura de innovación y emprendimiento permanentes.

El mercado no es estático, está en constante cambio. Pero es imperioso diseñar alternativas que permitan ampliarlo, y estas deben partir de la base de la transformación.

El potencial agrícola productivo de Colombia es inmenso y se debe aprovechar. Este aspecto permite obtener seguridad alimentaria y crear muchos puestos de trabajo.

Son abismales las diferencias en productividad de los países líderes en producción de papa, maíz y lechuga en el mundo, con relación a los rendimientos obtenidos en Colombia. Esto obliga a redefinir políticas y estrategias para lograr ser más competitivos, adoptando una producción de tipo empresarial.

La producción competitiva va de la mano con una visión empresarial de la producción agrícola. Esta se puede lograr en algunos casos de manera individual, pero en la mayoría de estos se requiere la asociatividad, a través de proyectos integradores que permitan alternativas innovadoras y rentables a los productores.

El incremento de la productividad es imperativo, con miras a la competitividad, pero también para contrarrestar la permanente reducción del área sembrada, ocasionada por la potrerización y por el avance cada vez mayor del urbanismo.

Es importante rescatar el cultivo de productos de tradición en la economía nacional, con miras a garantizar la seguridad alimentaria nacional.

La destinación de los recursos del presupuesto nacional debe estar orientada a transformar la actividad agrícola del país. Esto con mayor orientación hacia procesos investigativos y proyectos integradores.

El resultado de este trabajo debe concluir en la formulación de proyectos regionales que permitan integrar la población en la concepción de desarrollo territorial, lograr economías de escala y fomentar la visión empresarial partiendo de la especialización de funciones.

El país debe enfocar esfuerzos y destinar recursos orientados a realizar estudios de inteligencia de mercados. Esto permitiría orientar la actividad de los productores nacionales, garantizando su comercialización.

Las instituciones del Estado deben reestructurarse para que dejen de ser solo entes burocráticos para que se dediquen a orientar una verdadera política de transformación del campo colombiano.

Bibliografía

Álvarez, D. y Chaves, D. (2017). El cultivo de trigo en Colombia: su agonía y posible desaparición. *Revista Ciencias Agropecuarias*, 34(2), 125-137.

Bejarano, J. (1995). Elementos para un enfoque de la competitividad en el sector agropecuario. *Colección de Documentos IICA. Serie Competitividad No. 3*.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [Dane]. (2014). *Censo Nacional Agropecuario*.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [Dane]. (2016). *CNA Tomo 2. Resultados*.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [Dane]. (2017). *ENA - Encuesta Nacional Agropecuaria. Boletín técnico*.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [Dane]. (2019). *Pobreza monetaria 2018*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2018/cp_pobreza_monetaria_18.pdf

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2018a). *Plan Nacional de Desarrollo (PND) (2018-2022), "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad"*.

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2018b). *Documento Conpes - Política de Crecimiento Verde*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Presentaci%C3%B3n%20Pol%C3%ADtica%20de%20Crecimiento%20Verde.pdf>

Durán, A., Mora, D., González, M. I. y Vargas, G. (2018). Nivel de competitividad de las empresas exportadoras

de productos agrícolas no tradicionales de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 42(2): 141-158.

ELCA. (2018). *Encuesta Longitudinal Colombiana de la Universidad de los Andes. Resultados.*

Espinosa, R. (2017). *Welcome to the new marketing. Ventaja competitiva: qué es, claves, tipos y ejemplos.*

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (1996). *Declaración en Roma sobre la seguridad alimentaria mundial.* Informe.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2017). *Estadísticas de producción de cultivos.*

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2019). *FAO en Colombia. Programas en Colombia.* <http://www.fao.org/colombia/programas-y-proyectos/es/>

Federación Nacional de Cultivadores de Cereales [Fenalce]. (2017). *Índice cerealista.*

Finagro. (2019). *El momento del agro.* Minagricultura. <https://www.finagro.com.co/noticias/el-momento-del-agro>

Furtado, C. (2002). *La teoría del subdesarrollo.* Cepal.

Gobernación de Cundinamarca. (2016). *Plan de Desarrollo de Cundinamarca (2016-2020), "Unidos podemos más".*

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2017). *Producción nacional por producto.*

Ministerio de Salud y Protección Social [Minsalud]. (2015). *Análisis de la situación de salud colombiana.*

Ortiz, C., Infante, Z. y Ortega, P. (2016). *El ICAM como propuesta de medición de competitividad agrícola municipal*

en Michoacán.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2019). *ODS 2. Hambre Cero. Hambre Cero en Colombia*. <https://www.ods.gov.co/es/objetivos/hambre-cero>

Stellian, R. y Danna-Buitrago, J. (2017). Competitividad de los productos agropecuarios colombianos en el marco del tratado de libre comercio con los Estados Unidos: análisis de las ventajas comparativas. *Revista de la Cepal*, 122, 139-163.

Universidad de La Sabana. (2016). *Informe de calidad de vida Sabana Centro, cómo vamos 2015-2016*. https://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Archivos_de_usuario/Documentos/Documentos Empresa y Sociedad/La Sabana como vamos/sabana-centro-informe.pdf.

Valderrama, M. (1976). *El trigo en Colombia*. CIMMYT.

Villanueva, D. (2018). *Estudios sobre la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia*. DNP - Universidad Eafit. https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/Informe%202/ANEXO%201_An%C3%A1lisis%20sector%20agr%C3%ADcola.pdf

Zegarra, L. y Valdivia, C. (2010). Un Índice Regional de Competitividad para un país. *Revista Cepal*, 102, 69-86.

Grupo ARADO en la era digital 2019-2020

Elizabeth Escobar Cazal⁴⁸

María Cristina Velásquez Ardila⁴⁹

Gonzalo Escobar Reyes⁵⁰

48 Magíster en Filosofía Latinoamericana. Licenciada en Filosofía e Historia. Especialista en Educación, Filosofía Colombiana y Filosofía de la Educación. Docente asesor. Colíder e investigador del Grupo ARADO. Investigador asociado. Representante docente del Comité Institucional para el Desarrollo de la Investigación, Universidad de Cundinamarca. Profesor asociado. <https://orcid.org/0000-0002-7651-1566>

49 Magíster en Administración de Organizaciones. Especialista en Contabilidad Gerencial, contadora pública. Docente asesor. Investigador del Grupo ARADO, líder docente del Semillero AVANZA, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0003-1330-4778>

50 Ph. D. (c) en Ciencias de la Educación. Magíster en Filosofía. Magíster en Filosofía Latinoamericana. Licenciado en Educación, especialidad Educación Física. Especialista en Educación y Filosofía Colombiana. Especialista en Filosofía de la Educación. Docente asesor, Universidad de Cundinamarca. Líder del Grupo ARADO. Profesor titular. <https://orcid.org/0000-0002-9514-0123>

Resumen

Investigadores del Grupo ARADO, adscrito al programa de Administración de Empresas, Fusagasugá, en 2020 iniciaron tres proyectos avalados institucionalmente en alianza con otros grupos y entidades: 1. Desarrollo de una metodología para establecer rutas turísticas en la provincia del Sumapaz (TEMCON, GITEINCO). 2. COVID-19. Afectación socioeconómica del sector terciario (comercio-servicio), Fusagasugá (Alcaldía Municipal de Fusagasugá). 3. La sustentabilidad de la agricultura familiar agroecológica (AFA) frente a la variabilidad climática en Sumapaz, Cundinamarca, Colombia (TEMCON, GIGATT). Aunque el proyecto “Estrategias para el fortalecimiento de la competitividad subsector viverista Fusagasugá región” culminó el semestre pasado, como compromiso adquirido, se continuó desarrollando la fase de implementación del modelo de gestión de la competitividad. Se cuenta con tres semilleros: Avanza, Gestión empresarial y sostenibilidad, y Ecosystem 4.0 con 45 estudiantes vinculados. **Productos alcanzados:** un artículo publicado sometido; capítulos de libro en proceso de publicación; contenido multimedia, virtual; papers; *software*; transferencia de conocimientos y acta de sustentación de trabajos de grado y pregrado. **Proyección:** en 2021 se continuó desarrollando trabajos en coordinación con estudiantes auxiliares de investigación. Los investigadores han utilizado, innovado e implementado herramientas tecnológicas que han posibilitado recolección de información, análisis de datos, divulgación y socialización de resultados, fortalecimiento y visibilidad de sectores, estrategias sustentables en sistemas de producción campesina, medición de sostenibilidad empresarial, gestión y registro de rutas

turísticas.

Palabras clave: proyectos de investigación, herramientas tecnológicas, impacto regional.

Introducción

El Grupo ARADO, adscrito al programa de Administración de Empresas de la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá, ha planeado, desarrollado, intervenido y evaluado los siguientes proyectos:

- “Organizaciones barriales y empresariales en Fusagasugá 2005-2008”.
- “Estudio del sector rural (ambitos geográfico, demográfico, agropecuario, comercial, ambiental, económico y turístico) de Fusagasugá, 2008-2011”.
- “Organizaciones empresariales en Fusagasugá. Estudio multidimensional de sectores 2009-2012”.
- “Manejo sustentable en redes productivas de la región del Sumapaz. Fase I (2014)”.
- “Fortalecimiento empresarial a organizaciones (mipymes, ESAL), Fusagasugá región (2016)”.
- “Desarrollo organizacional. Intervenciones y consultoría en empresas públicas y privadas. Fusagasugá región”.
- “Análisis curricular: docencia e investigación en programas de la Facultad (2011-2020)”. Proyecto curricular que simultáneamente intenta dar cuenta de las experiencias de aprendizaje logradas por los estudiantes en los espacios académicos, la proyección a oportunidades de desempeño laboral, la participación en el diseño de syllabus y CADIS, estudio de la interrelación organizacional, comprensión de ambientes interactuantes, identificación de actores relacionados con la producción y el aprendizaje, transferencia de conocimientos, competencias, contexto

sociocultural, evaluación y seguimiento, diseño de programas de pregrado y posgrado, y documentos maestro para la obtención del registro calificado.

- Macroproyecto “Estudio subsector turismo departamento de Cundinamarca (2016 -2019)”.
- “Estrategias para el fortalecimiento de la competitividad del subsector viverista, Fusagasugá región”.
- “Estrategias sostenibles de las medianas empresas ubicadas en los municipios de Fusagasugá y Girardot”.

Los anteriores estudios como producción académica han dado resultados tales como:

Desarrollo de trabajos de grado, publicación de libros, capítulos, artículos, *papers*, *softwares*, videos, innovación en procesos/procedimientos, material de contenido virtual, impreso y multimedia, ponencias, organización de eventos de investigación (foros, talleres, seminarios, simposios, congresos, jornadas de socialización y proyectos de participación ciudadana).

Desarrollo

Actualmente los investigadores del grupo ARADO se encuentran desarrollando tres proyectos avalados institucionalmente: dos por convocatoria y uno de interés institucional, relacionados a continuación:

Convocatoria interna 2018

- “Desarrollo de una metodología para establecer rutas turísticas, provincia del Sumapaz”.

En el estudio están vinculados siete investigadores de los grupos ARADO, TEMCON y GITEINCO.

Resumen: el turismo genera cerca de 212 millones de empleos y aporta al producto interno bruto de muchos países. En Colombia representa el 2,91 % (2017) del PIB nacional y en los últimos años ha tenido un crecimiento del 24 %. Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) contribuyen en el mejoramiento de la eficiencia en las organizaciones. En la provincia del Sumapaz, la mayoría de visitantes y residentes desconocen los recursos susceptibles de aprovechamiento y actividades turísticas que se encuentran en los diferentes municipios.

El objetivo del estudio es desarrollar una metodología para establecer rutas turísticas atendiendo a la demanda en la provincia del Sumapaz. El tipo de investigación en la primera fase es de carácter descriptivo y analítico, en la segunda es aplicativa, con el diseño e implementación de

una herramienta tecnológica, empleándose la metodología Proceso Unificado Racional (RUP) y el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). Se pretende desarrollar una metodología y una herramienta tecnológica para la gestión y el registro de rutas turísticas en la provincia del Sumapaz.

Productos alcanzados: cuatro capítulos de libro en proceso de publicación, cinco ponencias presentadas en eventos internacionales y dos en evento nacional, un trabajo de grado en desarrollo (dos auxiliares de investigación), un acta de sustentación de trabajo de grado (dos auxiliares de investigación).

Productos proyectados: un aplicativo tecnológico, un trabajo de grado y una jornada de socialización.

-“La sustentabilidad de la agricultura familiar agroecológica (AFA) frente a la variabilidad climática en Sumapaz (Cundinamarca, Colombia)”.

En el estudio están vinculados cinco investigadores de los grupos ARADO, TEMCON y GIGATT.

Resumen: la agricultura tradicional y la ganadería son las actividades humanas que modifican sustancialmente los ecosistemas, y son altamente dependientes de insumos externos; aplicación intensiva de sustancias químicas, mecanización inadecuada, tala y quema de bosques y ampliación de la frontera agrícola, los cuales causan deterioro en los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad. Surge como respuesta la agroecología, un tipo de agricultura que ha incrementado las acciones para implementar políticas que promuevan la preservación de la Agricultura Familiar Agroecológica (AFA), basada en los conocimientos locales, transmitidos de padres a

hijos con patrones culturales educativos como pilares de un proceso de desarrollo rural. Entre las estrategias para materializar estas políticas en las actividades de producción agropecuaria, se sugiere la utilización del enfoque de agroecología, el cual es autosuficiente; no daña el ambiente, desarrolla conciencia de productores, aplica conocimientos y no paquetes tecnológicos, es aliada de la naturaleza y considera al agricultor como una unidad cultural. Como parte del objetivo de la investigación se pretende desarrollar una propuesta para evaluar la sustentabilidad en la Agricultura Familiar Agroecológica (AFA) frente a la variabilidad climática en Sumapaz, Cundinamarca, a través de: i) caracterización de fincas con criterios de AFA, ii) diseño e implementación de un sistema informático para valorar las características socioeconómicas, ambientales y productivas de la AFA, iii) determinación del grado de sustentabilidad de las fincas AFA a través del sistema informático y iv) propuesta de estrategias de recursos alternativos a través del uso de prácticas agroecológicas que mitiguen efectos adversos a la variabilidad climática en Sumapaz. En la metodología se describen las variables biofísicas y socioeconómicas, las cuales se obtienen de una revisión de fuentes secundarias y primarias: chequeos de campo, entrevistas, encuestas, visitas de observación, recorridos guiados y cartografía social. La muestra se obtiene con los criterios: tamaño de las fincas (1-10 ha), b) fincas con más de tres vacas en ordeño, c) inventario presente de especies menores, d) producción agrícola permanente, e) accesibilidad a fuentes de agua y f) vías de comunicación; al igual, se tiene en cuenta los sistemas de producción con enfoque de agroecología, los cuales incorporan principios de agricultura sostenible, dando valor a las prácticas y saberes ancestrales de comunidades campesinas, orientadas a proveer la autosuficiencia alimentaria y disminuir su dependencia de insumos energéticos externos. La adaptación de las fincas tradicionales a la AFA se centra en la capacidad de

recuperación ante eventos climáticos hostiles, esencial para fomentar la seguridad alimentaria, la mitigación de la pobreza, la gestión sostenible y la conservación del capital natural. La investigación propone identificar y valorar comparativamente con los agricultores locales, las características biofísicas y los factores socioeconómicos de las fincas que generan resiliencia a la variabilidad climática en la provincia del Sumapaz. Lo anterior implica no solo la adopción de la normatividad legal vigente, sino también un cambio en la forma de producción, respeto por la naturaleza, manejo de actividades antrópicas, lo cual produce cambios positivos en el uso del suelo, bienestar animal, eficiencia del recurso hídrico, reforestación de áreas boscosas, integración de hábitats y dinámicas del entorno.

Productos alcanzados: un artículo publicado, dos artículos sometidos. **Productos proyectados:** un aplicativo tecnológico, un trabajo de pregado, un trabajo de posgrado, tres ponencias, una jornada de socialización y un *paper*.

Proyecto de interés institucional:

- "COVID-19. Afectación socioeconómica del sector terciario (comercio-servicio), Fusagasugá".

En el estudio están vinculados cuatro investigadores del grupo ARADO, tres de la Universidad de Cundinamarca y uno de la Secretaría de Desarrollo Económico y Competitividad de la Alcaldía de Fusagasugá.

Resumen: ante la emergencia sanitaria global, incidente negativo en la economía de los países, el Gobierno colombiano expidió el Decreto 417 que declaró el Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica en el

territorio nacional. Además, el Decreto 531 que ordenó el aislamiento preventivo obligatorio de todos los ciudadanos de la nación, y autoriza la circulación de personas y vehículos relacionados con la prestación de servicios de salud, transporte de carga de elementos de primera necesidad, servicios públicos y telecomunicaciones, servicios bancarios, fuerza pública, servicios de seguridad, servidores públicos que cumplan actividades de calamidad y emergencia económica, y servicio público de taxis. Esta norma excluye la mayoría de comerciantes y otros prestadores de servicio del sector terciario, causando serias afectaciones. En Fusagasugá, el sector agropecuario, el comercio, la construcción, el transporte y el sector servicios (educación, salud, recreación, turismo) son las actividades determinantes de la economía y el desarrollo local. Por lo anterior, se hace necesario caracterizar aspectos sociales y económicos de la población afectada, que sirvan de insumo para generar planes de acción, estrategias de mitigación y gestión de cambio. El estudio es descriptivo, apoyado en fuentes primarias a partir de la aplicación de instrumentos técnicos a población afectada, líderes y funcionarios públicos. Se considera que el proyecto, a partir de la sinergia Universidad de Cundinamarca - Secretaría de Desarrollo Económico de Fusagasugá, produzca insumos de carácter teórico-conceptual, técnico y metodológico que incidan en el ámbito de desarrollo académico (Universidad), y de toma de decisiones administrativas y estrategias de mejoramiento socioeconómico para la población y las comunidades (Alcaldía).

Productos alcanzados: una ponencia presentada en evento internacional, una base de datos, análisis estadístico y estrategias.

Productos proyectados: un libro y un evento de participación ciudadana.

Convocatoria interna

- “Estrategias para el fortalecimiento de la competitividad subsector viverista Fusagasugá región”.

Aunque el estudio culminó el semestre pasado, y cumplió con la entrega del informe final, productos y soportes completos, como compromiso adquirido se continuó desarrollando la fase de implementación del modelo de gestión de la competitividad a dos viveros: Plantas del Mundo y Forestmar, ubicados en Fusagasugá.

Productos alcanzados: cuatro ponencias presentada en eventos nacionales, un capítulo de libro en proceso de publicación, dos videos, dos páginas web, cuatro *papers*, un evento de participación ciudadana y un acta de sustentación de trabajo de grado con mención meritoria (dos auxiliares de investigación).

Conclusiones

- En ejecución oficial de la Política Nacional de Gestión del Riesgo (COVID-19), a través del convenio marco Alcaldía de Fusagasugá - Universidad de Cundinamarca, el grupo de investigación ARADO en representación de esta institución, en sinergia con la Secretaría de Desarrollo Económico y Competitividad, adelantaron con celeridad el proceso inicial de acopio de información, actividad clave en la obtención de resultados parciales (diagnóstico), para la oportuna implementación de estrategias en beneficio del sector terciario de esta localidad.
- El trabajo **interdisciplinario** de los investigadores ha promovido la conformación de equipos, que desde la experiencia especializada y su producción científica convergen objetivamente en: análisis de problemas, planeamiento y ejecución de acciones de intervención, generación de decisiones asertivas y evaluación de procesos.
- La participación voluntaria de actores externos de la comunidad y estudiantes auxiliares de investigación ha optimizado los proyectos y fortalecido habilidades, competencias y saberes.

Bibliografía

- Alcaldía de Fusagasugá. (2020a, 21 de marzo). *Alcaldía de Fusagasugá, Cundinamarca*. <http://www.fusagasuga-cundinamarca.gov.co/Ciudadanos/Paginas/INFORMACION-IMPORTANTE-COVID-19.aspx>
- Alcaldía de Fusagasugá. (2020b, 27 de abril). *Alcaldía de Fusagasugá, Cundinamarca*. <http://www.fusagasuga-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2020, marzo). *Sede y Centro Empresarial Fusagasugá*. <https://www.ccb.org.co/La-Camara-CCB/Nuestras-sedes/Sede-Fusagasuga>
- El País. (2020, 14 de marzo). *Colombia, en emergencia sanitaria, evita medidas económicas precipitadas*. <https://elpais.com/economia/2020-03-14/colombia-en-emergencia-sanitaria-evita-medidas-economicas-precipitadas.html>
- La Vanguardia / Junior Report. (2020, 19 de marzo). *¿Cómo afecta el coronavirus a la economía?* <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20200316/474199840484/coronavirus-economia-mundial.html>
- Ministerio del Interior, República de Colombia. (2020, 24 de abril). *Decreto 593 de 2020*. <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20593%20DEL%2024%20DE%20ABRIL%20DE%202020.pdf>

Noticias ONU. (2020, 1 de abril). *Colombia: panorama general*. <https://www.bancomundial.org/es/country/colombia/overview>

Experiencias y perspectivas investigativas del grupo Área Verde ante la actual crisis sanitaria (COVID-19)

Lourdes Elvira Rodríguez Guzmán⁵¹

Natalia Escobar Escobar⁵²

Edwin Davier Herrera Rojas⁵³

51 MVZ. M. C. Docente investigador. Miembro del Grupo Área Verde, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-1023-3540>, lelvirarodriguez@ucundinamarca.edu.co

52 Bióloga, Ph. D. Docente investigadora TCO. Líder del Grupo Área Verde, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-2206-1432>, nataliaescobar@ucundinamarca.edu.co

53 Zootecnista. Docente investigador TCO. Miembro del Grupo Área Verde, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0001-9246-6008>, edcorrea@ucundinamarca.edu.co

Resumen

El Grupo Área Verde adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, ha venido desarrollando dos proyectos de convocatoria externa denominados “Obtención de un producto cárnico bajo el esquema de producción orgánica familiar en la provincia del Sumapaz (UCundinamarca-UNal 2019-2021)” y “Desarrollo tecnológico para monitoreo, manejo y determinación de la diversidad funcional de arvenses asociadas a la agricultura familiar en transición agroecológica de la provincia del Sumapaz (UCundinamarca-UD/MinCiencias 2020-2022)”. Durante el 2019 y ante el eventual surgimiento de la crisis sanitaria por el COVID-19, el grupo Área Verde debió asumir estrategias académicas para cumplir actividades investigativas enfocadas en el sector agropecuario; de esta manera se buscó fortalecer la revisión de estado de arte, uso de bases de datos especializadas para validar análisis de resultados parciales e ir elaborando artículos.

Durante el IIPA 2020 al reactivarse la movilidad intermunicipal, algunos investigadores y semilleros han podido desarrollar actividades de campo (visitas, encuestas, toma de datos) con estrictos parámetros de bioseguridad. Así se ha podido adelantar registro de producciones familiares, publicación de artículos y apoyo para la culminación de trabajos de grado de posgrados. Como perspectivas de trabajo se dimensiona el fortalecimiento de investigaciones interdisciplinarias e interinstitucionales, con especial participación de estudiantes de posgrado y productores rurales.

Palabras claves: investigación rural, agricultura familiar, COVID-19

Abstract

The Green Area Group attached to the Agricultural Sciences Faculty, University of Cundinamarca, Fusagasugá, has been developing two external projects, titled: Obtaining a meat product under the family organic production scheme in the province of Sumapaz (UCundinamarca-UNal 2019-2021) and Technological development for monitoring, management and determination of the functional diversity of weeds associated with family agriculture in agroecological transition in the province of Sumapaz (UCundinamarca-UD / MinCiencias 2020-2022). During 2019 and before the eventual emergence of the health crisis due to COVID-19, the green area group had to assume academic strategies to carry out research activities focused on the agricultural sector, in this way it sought to strengthen the state of art review, use of specialized databases to validate analysis of partial results and to elaborate articles. During IIPA 2020, when inter-municipal mobility was reactivated, some researchers and young researchers have been able to carry out field activities (visits, surveys, data collection) under strict biosafety parameters. In this way, it has been possible to advance the registration of family productions, publication of articles, and support for the completion of postgraduate degree projects. As work perspectives, the strengthening of interdisciplinary and inter-institutional research is dimensioned, with special participation of graduate students and rural producers.

Keywords: Rural research, Family agriculture, COVID-19

Introducción

El Grupo Área Verde adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, ha venido desarrollando dos proyectos de convocatoria externa: “Obtención de un producto cárnico bajo el esquema de producción orgánica familiar en la provincia del Sumapaz”, con los grupos participantes Área Verde (UCundinamarca) y Genética Molecular Animal (UNal), 2019-2021. De la convocatoria 802-Minciencias se está ejecutando el proyecto “Desarrollo tecnológico para monitoreo, manejo y determinación de la diversidad funcional de arvenses asociadas a la agricultura familiar en transición agroecológica de la provincia del Sumapaz”, con los grupos de investigación Área Verde (UCundinamarca) y RITA (UDistrital).

Los proyectos mencionados tienen un enfoque de producción agropecuaria familiar, ya que en la región del Sumapaz el principal obstáculo que enfrentan los productores radica en el poco conocimiento e implementación de tecnologías acordes con su orientación. Se han identificado diferentes barreras socioeconómicas que obstaculizan el acceso a tecnologías para el mejoramiento de los sistemas de producción, así como el bajo nivel de ingresos económicos, poco acceso a la educación superior y falta de registros contables y de sanidad en la producción (Escobar *et al.*, 2019). La promoción y la movilización de las organizaciones de pequeños productores de alimentos y sus aliados en

los últimos años ha aumentado el interés y el consenso en torno a la agroecología como alternativa esencial a los modelos convencionales, así como respuesta innovadora a los desafíos que se enfrentan, como el cambio climático, la erosión del suelo, la escasez de agua y la pérdida de biodiversidad (Flores *et al.*, 2015). En este sentido, Mancini *et al.* (2018) afirman que la innovación local con la participación de agricultores se ha convertido en una poderosa vía para lograr la contextualización y adopción de tecnologías agrícolas y una necesidad para avanzar en el desarrollo de la agricultura sostenible sobre bases agroecológicas.

Desarrollo

A partir del único mercado orgánico que funciona actualmente en Fusagasugá, con apoyo de la Asociación de Productores de Mercados Ecológicos del Sumapaz (Asopromes) y la organización Frutas y Hortalizas del Sumapaz (Frutigao), se pudieron realizar reuniones con los productores para socializar los proyectos de investigación mencionados anteriormente. Fue posible vincular 12 fincas para el proyecto de Minciencias y 4 fincas cuniculoras para el proyecto UCundinamarca/UNAI.

Con la actual crisis sanitaria, las visitas y el trabajo para iniciar en las 12 fincas pudieron retomarse en el IIPA 2020.

La capacitación es un factor importante en la adopción de prácticas convencionales y sostenibles en sistemas agrícolas (Altieri *et al.*, 2017 y Zeweld *et al.*, 2017). Cuando un mayor número de familias adoptan dichos sistemas a

través de varios métodos de capacitación reforzados por políticas habilitadoras y mercados equitativos, la ampliación de la agroecología puede conducir a la reconfiguración de territorios enteros con gestión agroecológica.

Además, Wepper *et al.* (2018) sugieren para lograr una difusión generalizada de la intensificación sostenible entre los agricultores, que las sesiones de capacitación deberían centrarse en aquellas prácticas que son complejas y, por lo tanto, difíciles de aprender, con lo cual se plantea la necesidad de profundizar en el análisis acerca del tipo de capacitación requerido acorde con la naturaleza de la práctica que se busca promover. Por su parte, Contino *et al.* (2018) encontraron que el aumento del uso de nuevas prácticas agroecológicas en todas las unidades básicas de producción cooperativa estuvo influenciado por el empoderamiento de los actores locales y las actividades de capacitación efectuadas a lo largo del proceso de reconversión agroecológica.

Los productos de los proyectos mencionados han iniciado apoyo en:

- Desarrollo de trabajos de grado de pregrado y maestría.
- Artículos en elaboración.
- Innovación en procesos/procedimientos.
- Ponencias.
- Organización de eventos de investigación.
- Organización de talleres y seminarios como el Taller de Participación Ciudadana.

Conclusiones

La actual situación sanitaria generada por el COVID-19 ha fomentado la búsqueda de estrategias investigativas que permitan continuar con el trabajo participativo con los productores agropecuarios, en las cuales se pueden mencionar las visitas con implementos y normas de bioseguridad, uso de aplicativos virtuales y análisis de las percepciones frente al actual contexto sanitario.

Las investigaciones realizadas con grupos interdisciplinarios e interinstitucionales permiten fortalecer los procesos investigativos al constituirse como elementos de conocimiento que integran las dinámicas propias de formación, aprendizaje y experiencia.

Bibliografía

- Altieri, M., Nicholls, C. y Montalba, R. (2017). Technological approaches to sustainable agriculture at a crossroads: an agroecological perspective. *Journal of Sustainability* 9(3), 349.
- Escobar, N., Romero, N. J. y Jaramillo C.I. (2019). Typology of small producers in transition to agroecological production. *Agronomy Research*, 17(2), 2242-2259.
- Flores, C. C. y Sarandón, S. J. (2015). Evaluation of the sustainability of an agroecological transition process in family horticultural production systems of the La Plata Party, Buenos Aires, Argentina. *Journal of the Faculty of Agronomy*, 114(2), 91-98.
- Mancini, H., van den Berg, L., Cardoso, I. M., Ardjan, J., Bianchi, J. A., Peña-Claros, M. y Tiftonell, P. (2018). Understanding farm diversity to promote agroecological transitions. *Sustainability*, 10, 4337-4344.
- Wuepper, D., Sauer, J. y Kleemann, L. (2018). Sustainable intensification amongst Ghana's pineapple farmers: the complexity of an innovation determines the effectiveness of its training. *Environment and Development Economics*, 23(1), 98-119.
- Zeweld, W., van Huylbroeck, G., Tesfay, G. y Speelman, S. (2017). Smallholder farmers' behavioural intentions towards sustainable agricultural practices. *Journal of Environmental Management*, 187, 71-81.

La investigación desde la perspectiva del grupo TEMCON y su participación en los procesos de CTI en la Universidad de Cundinamarca

Olga Liliana Gutiérrez Castaño⁵⁴

Jeane Fernanda Gálvez Sabogal⁵⁵

54 Líder del Grupo TEMCON. Profesora investigadora Universidad de Cundinamarca. Magíster en Administración. Contadora pública. olgutierrez@ucundinamarca.edu.co

55 Profesora investigadora. Doctora en Proyectos, Universidad de Cundinamarca. Administradora de empresas y contadora pública. jgalvez@ucundinamarca.edu.co

Resumen

La presente ponencia evidencia la trazabilidad académica a partir de la gestión de la investigación que ha surtido el Grupo de Investigación TEMCON, desde sus inicios, los procesos transversales que ha apoyado, el aporte hacia la calidad del programa de Contaduría Pública a través de la cultura de la investigación en las aulas de clase y en la búsqueda de alternativas de solución en los sectores productivos. En ese sentido, la nueva mirada del grupo se adhiere al nuevo modelo educativo denominado MEDIT, fortaleciendo las funciones sustantivas desde el nuevo concepto de Ciencias + Tecnología + Innovación articulando la formación y el aprendizaje y la interacción social universitaria, con un propósito inherente: la solución de problemas.

Palabras clave: gestión en investigación, resultados, producción académica, Grupo TEMCON.

Abstract

This paper shows the academic traceability, from the framework of research management that has provided the TEMCON research group, from its inception, the cross-cutting processes that have supported, the contribution to the quality of the Public Accounting program from the culture of research in the classroom and in the search for alternative solutions in the productive sectors. In that sense, the new look of the group, adheres to the new educational model called MEDIT, strengthening the substantive functions from the new concept of Science + Technology + Innovation articulating training and learning and university social interaction, with an inherent purpose: problem solving.

Keywords: Research management, Results, Academic production, TEMCON Group.

Introducción

El Grupo TEMCON, como estrategia para la gestión del conocimiento definida en sus funciones sustantivas: formación y aprendizaje, ciencia tecnología e innovación y la interacción universitaria (UCundinamarca, 2016) ha posibilitado su acción académica y el quehacer en la gestión social del conocimiento, aportando en el constructo de soluciones para la vida, desde la visibilidad del Modelo Educativo Digital Transmoderno - MEDIT (UCundinamarca, 2019).

En ese entendido, la gestión del conocimiento ha sido uno de los propósitos del grupo, a partir de las inquietudes del aula de clase, cuando los estudiantes han aportado en pequeñas ideas para identificar, documentar, aplicar, diagnosticar y proponer alternativas de solución a problemas de la localidad, desde una visión global, en áreas del conocimiento que aporten en las pequeñas empresas que conforman en gran mayoría el sector productivo y económico del país.

Con aval institucional, en 2014 TEMCON inicia un recorrido desde el aula de clase, apoyando y fortaleciendo los procesos de formación y aprendizaje y de interacción universitaria con la comunidad, a partir del conocimiento transferido por parte de sus estudiantes y profesores y gracias a los procesos democráticos desarrollados en la Universidad de Cundinamarca. Desde 2015, el grupo ha logrado participar en convocatorias internas para la financiación de proyectos, potenciando progresivamente

su gestión, en articulación con grupos como Dopys, Adcun, Adcoder, S@r@, Greico y Arado, este último con el cual ha mantenido una cohesión en objetivos y perspectivas del conocimiento, dirigida al impacto social y económico de la provincia del Sumapaz, logrando una productividad académica al servicio de la comunidad y consolidando aportes a las micro y pequeñas empresas.

Actualmente el Grupo TEMCON se ha ido posicionando desde el nivel de categorización por parte de Colciencias (hoy Minciencias), y obtuvo su primer reconocimiento en la Convocatoria 781DE 2017, para la medición de grupos de investigación, como Reconocido; posteriormente y hasta la fecha logró su categorización en “C”, como resultado de la Convocatoria 833 de 2018.

Desarrollo

Antecedentes

El grupo nace en 2013 en el programa de Contaduría Pública y obtiene su aval en 2014, con cuatro docentes como integrantes; posteriormente, en 2014 se incorporan 4 docentes; en 2016 y 2017, 4 docentes; y en 2018, un docente. Actualmente permanecen 2 docentes con actividad investigativa. Su primer evento académico fue el “Simposio Internacional Currículo, desde el pensamiento original localizado para la producción económica, administrativa y contable”, realizado conjuntamente con la

Facultad de Educación de la Universidad de Cundinamarca.

En relación con la participación en convocatorias, la primera participación se tuvo con el proyecto denominado “Inteligencia competitiva y vigilancia tecnológica a partir de la ventaja comparativa de las mipymes del sector agrícola región Sumapaz, convocatoria interna 2015-2016”.

Los semilleros activos del grupo son Audit e IGPR (Investigadores de la Gestión Pública Regional), que participaron en eventos como RedColsi, con la presentación de ponencias regionales, junto con la Unad y la Universidad del Rosario, entre otras instituciones de educación superior.

Las líneas de investigación con las cuales inició el grupo fueron Costos, auditoría y gestión de las organizaciones y Organización contable y financiera.

En cuanto a la producción académica, sus primeros dos *papers* se titularon “La evaluación actual del aprendizaje y de la docencia y su incidencia en la calidad institucional: análisis crítico” y “Análisis de un modelo organizacional global para la toma de decisiones aplicado al grupo Carvajal S. A.”. Asimismo, el primer artículo aprobado en una revista indexada se tituló “Identificación de modelos de asociación local y global en Tunja, como ventaja competitiva para las pymes” para la revista *In Vestigium Ire*.

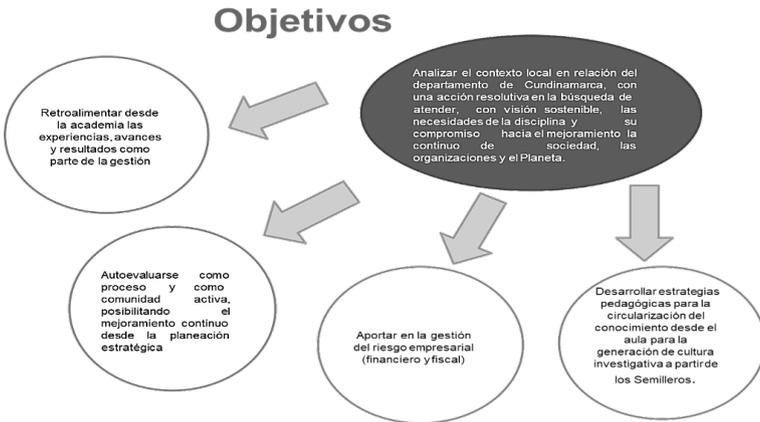
Planeación estratégica del grupo

Desde su misión, el Grupo TEMCON es un colectivo de personas interesadas en aportar en la solución de problemas sociales y de las organizaciones, con acción interdisciplinaria local y mirada global.

La visión del grupo se encamina a ser un soporte para el desarrollo económico y social del país, a partir del aporte en los procesos de las organizaciones, coadyuvando en la sostenibilidad y fomento hacia la generación de valor.

El objetivo disciplinar es el de aportar estudios que potencien la capacidad de desarrollo sostenible en las comunidades, tomando en cuenta la vocación del territorio provincial y del departamento de Cundinamarca, desde los contextos financiero y económico.

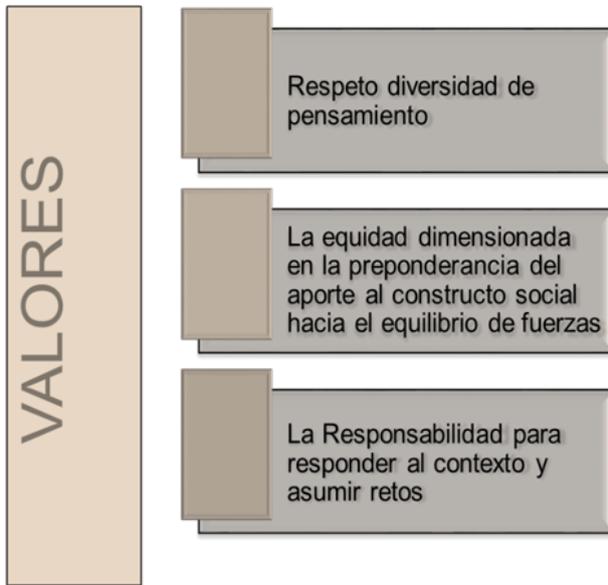
Figura 1. Objetivos del grupo TEMCON.



Fuente: objetivos establecidos a partir de la misión y visión del grupo, tomando en cuenta las experiencias de aula y la gestión del conocimiento aplicado en la comunidad.

El fortalecimiento de las estrategias tiene como soporte los principios y valores que encaminan el proponer, formular y resolver hechos económicos y sociales sin distinción alguno, como se aprecia en la Figura 2.

Figura 2. *Pilares del fortalecimiento estratégico.*



Fuente: fortalecimiento de los procesos de grupos de investigación.

Líneas de investigación del grupo

El grupo desarrolla su actividad de investigación a partir de la apropiación de líneas que potencien el desarrollo empresarial en sus procesos de productividad, vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva y gestión social. En ese entendido, las líneas de investigación son: Costos, auditoría y gestión de las organizaciones; Organización contable y financiera, Desarrollo organizacional y otras que se incorporan hacia nuevas miradas de la contabilidad

desde el concepto ambiental como son Entorno económico y ambiental y Pedagogía y currículo, como aporte en los procesos misionales de la educación y, especialmente, del programa de Contaduría Pública.

Articulación y pertinencia con el Plan Estratégico de la Universidad de Cundinamarca 2016-2026

La gestión del grupo de investigación articula la misión y visión con la Universidad de Cundinamarca, a partir de los pilares estratégicos fundamentados en la educación para la vida, la búsqueda de la alta calidad, desde la ciencia, la tecnología y la innovación, con una visión translocal del pensamiento y la acción propositiva; interacción social a partir de un entorno ambiental amigable y la promoción del emprendimiento.

Se ubica por ahora, en el escenario prospectivo “sí se puede”, en cuanto a que pretende ser, por lo menos, un grupo categorizado en B, con productos con impacto académico y social hacia 2023 y aportar desde la CTI en el logro de la acreditación de alta calidad en el programa de Contaduría Pública.

Apropiación local y territorial, especificidades provincias

Desde la mirada del territorio y el aporte que realiza el grupo en el desarrollo de soluciones, toma en cuenta las necesidades del contexto. Al respecto, coadyuva:

En el cumplimiento de los ODS, desde proyectos que fortalezcan la gestión de las microempresas; orienta proyectos de desarrollo sostenible desde el turismo y la agricultura con visión ecológica; y propone metodologías que logren identificar la vocación y el perfil de cada provincia del departamento. En ese entendido, se han desarrollado los siguientes proyectos:

Tabla 1. *Proyectos del grupo*

Proyecto	Años de ejecución	Grupos participantes	Estado
Inteligencia competitiva y vigilancia tecnológica a partir de la ventaja comparativa de las mipymes del sector agrícola, región Sumapaz	2015-2016	TEMCON	Finalizado
Estudio del subsector turismo departamento de Cundinamarca	2016-2018	TEMCON, Arado, Dopys, Adcun, Adcoder, Demcun, Procem, Greico, Los Acacios	Finalizado
Evaluación de los servicios ecosistémicos de provisión bajo criterios de sostenibilidad para mitigar efectos del cambio climático en la región del Sumapaz, departamento de Cundinamarca, municipios de Pasca, San Bernardo y Cabrera	2017-2018	TEMCON, Procem	Finalizado

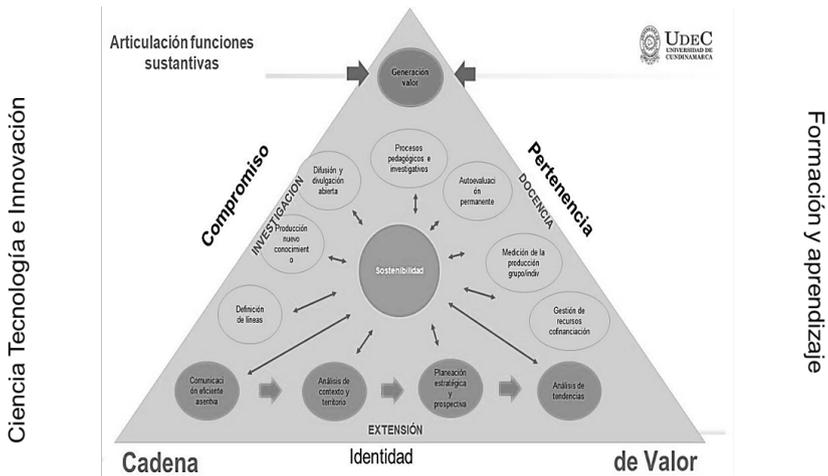
Estrategias para el fortalecimiento de la competitividad del subsector viverista, Fusagasugá región	2018-2019	TEMCON, Arado	Finalizado
Desarrollo de un sistema para la gestión de la trazabilidad en la producción del café en el municipio de Arbeláez	2018	TEMCON, S@r@	Finalizado
Desarrollo de una metodología para establecer rutas turísticas, provincia del Sumapaz	2020	TEMCON, Arado	Actual
La sustentabilidad de la agricultura familiar agroecológica (AFA) frente a la variabilidad climática en Sumapaz, Cundinamarca	2020	TEMCON, Arado	Actual
Fortalecimiento del emprendimiento en ocho provincias del departamento de Cundinamarca en el Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT) de la Universidad de Cundinamarca	2020	TEMCON, Dopys, Demcun, Adcun, S@ar@ et. al	Actual

Fuente: proyectos que se han desarrollado, buscando la articulación y cohesión interdisciplinar de grupos de investigación.

Los anteriores proyectos aportan al desarrollo socioeconómico, y coadyuvan en la sostenibilidad de las micro y pequeñas organizaciones de la provincia del Sumapaz; en el mejoramiento de la competitividad, el fortalecimiento de las fincas campesinas productivas y las unidades de agricultura familiar y en el aporte de propuestas metodológicas que consoliden rutas turísticas; igualmente, para el diseño en la valoración y medición de servicios ecosistémicos hacia la sostenibilidad financiera y la responsabilidad social.

De la misma manera, en cuanto a la importancia que tiene la vigilancia tecnológica de los procesos financieros y administrativos en el sector productivo.

Figura 3. Articulación con los procesos misionales.



La responsabilidad social y académica del grupo descansa en la transversalidad en la gestión del conocimiento, aproximando los procesos de CTI como apoyo en el desarrollo de aulas y en cualquier escenario de conocimiento, así como en la transferencia de conocimiento hacia la comunidad, posibilitando acciones de mejoramiento continuo con impacto social medible.

Estrategias de divulgación y difusión

En relación con la divulgación y difusión de los avances, resultados y logros, TEMCON aporta en el desarrollo local, regional y nacional, y busca visibilizar sus productos en espacios académicos como las redes sociales, realizando vigilancia tecnológica de revistas especializadas, participando en eventos académicos nacionales e internacionales, articulando con redes académicas nacionales e internacionales, y generando contenido virtual, aulas de clase y participación de la comunidad.

Estrategias pedagógicas de TEMCON

Los semilleros de investigación posibilitan la dinámica del conocimiento, construyendo ideas y propuestas que mejoran los procesos de formación y aprendizaje en los estudiantes, esto es, cultura investigativa desde el aula de clase. Asimismo, los semilleros ayudan a la apropiación de una cultura académica e institucional de procesos formativos y científicos; además, en ellos se puede dar una academia crítica y forjar verdaderas líneas y grupos de investigación (Villalba y González, 2017). Desde el grupo, muchos de los semilleristas han tenido la oportunidad de

socializar sus experiencias obtenidas en sus pequeñas actividades de investigación. También, algunos de ellos han logrado ser visibles en revistas académicas nacionales.

TEMCON cuenta actualmente con dos semilleros: IGPR (Investigadores de la Gestión Pública Regional) y AUDIT, con los cuales se ha generado interacción entre docentes investigadores y estudiantes en la producción académica, visibles en ponencias y artículos para revistas.

Producción y actividad académica del grupo - Resumen

Tabla 2. *Productos y gestión del grupo TEMCON*

Producto	N.º
Artículos publicados en revistas especializadas - Impresos	4
Artículos publicados en revistas especializadas - Electrónicos	13
Libros resultado de investigación	3
Capítulos de libro como resultado de investigación	4
Software	1
Innovaciones en procesos o procedimientos	1
Generación de contenido impreso	9
Producción de contenido multimedia	2
Generación de contenido virtual	13
Eventos científicos	24
Red de conocimiento especializado	6
Documento de trabajo	3
Trabajos de pregrado	74
Proyecto de investigación y desarrollo	8

Fuente: Minciencias (s. f).

La gestión de productos académicos del grupo se ha logrado progresivamente con sus investigadores, durante seis años, período durante el cual se han articulado proyectos, eventos, investigadores, generación de contenido, capítulos de libro, libros como resultado de investigación, artículos académicos y redes académicas, entre otros.

Conclusiones

La gestión del conocimiento, en relación con la generación y transferencia que ha propiciado el grupo TEMCON, se ha desarrollado en función de las oportunidades que se han visibilizado institucionalmente y los resultados, que han ido evidenciando un grupo con capital humano e intelectual, visible en sus estudiantes semilleristas y profesores investigadores.

De igual manera, el grupo ha tenido la preocupación constante por identificar y analizar las tendencias en la gestión del conocimiento, que aporten soluciones para la vida, desde el contexto de las organizaciones y las comunidades.

Bibliografía

Minciencias (s. f). *TEMCON*. <https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000014698>

Universidad de Cundinamarca. (2016). *Plan Estratégico "Disoñando la Universidad que queremos" 2016-2026*. <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/plan-estrategico-2016-2026>

Universidad de Cundinamarca. (2018). *Acuerdo 018 de 2016. Por el cual se adopta el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Universidad de Cundinamarca*.

Universidad de Cundinamarca. (2019). *MEDIT. Educación para la vida, los valores democráticos, la civilidad y la libertad*. <https://www.ucundinamarca.edu.co/documents/variados/2019/medit-1.pdf>

Villalba, J. y González, A. (2017). La importancia de los semilleros de investigación. *Prolegómenos*, 20(39), 9-10. <https://doi.org/10.18359/prole.2719>

Producción de diésel renovable mediante hidrotratamiento de ácidos grasos derivados de residuos grasos animales

Cristian Arias², César Casas¹, Pablo Muñoz², Edwin Palacios¹, Leonardo Mujica¹, Cristian Hurtado², César Quintero¹, Faider Humberto¹, Carlos Vargas².

1. Universidad de Cundinamarca. Docente TCO, investigador. Fusagasugá, Colombia.

2. Universidad de Cundinamarca. Auxiliar de investigación, Fusagasugá, Colombia.

* ccasas@ucundinamarca.edu.co

Resumen

A través del proyecto se pretende generar un biocombustible tipo diésel (energía renovable no convencional) mediante un proceso de producción mejorado, a partir de fuentes biológicas, específicamente los ácidos grasos de residuos grasos animales. Se pretende dar a conocer de la manera más clara posible las diferentes investigaciones, artículos y patentes sobre la obtención de nuevas alternativas de biocombustible que han sido realizadas en el mundo, centrada o con una mayor preferencia en Latinoamérica. Si bien la cantidad de investigaciones o artículos es bastante extensa, se pretende seleccionar los mejores de estos para que así se pueda conocer las diferencias entre las energías convencionales que son derivadas del petróleo o en su defecto el mismo, con respecto a las energías renovables, vegetal o de residuos grasos animales. También, las tendencias relacionadas con la producción de biocombustibles, con el fin de demostrar que actualmente es posible y se cuenta con la tecnología suficiente para hacer que estas energías sean más fáciles y menos costosas de producir, y de esta manera lograr la masificación del uso de estas fuentes alternativas de energía.

Palabras clave: biocombustibles, diésel renovable, hidrotatamiento, grasas animales, hidrólisis.

Abstract

This project aims to generate a diésel type biofuel (non-conventional renewable energy) through an improved production process, from biological sources, specifically fatty acids from animal fatty residues. It is intended to publicize as clearly as possible the different research, articles and patents on obtaining new biofuel alternatives that have been carried out in the world, focused and / or with a greater preference in Latin América. Although the amount of research or articles is quite extensive, it is intended to select the best of these so that, in this way, it is possible to know the differences between conventional energies that are derived from petroleum or, failing that, with respect to renewable energies. , vegetable or animal fatty waste, also trends related to the production of biofuels. This in order to demonstrate that it is currently possible and has enough technology, to make these energies easier and less expensive to produce, and thus achieve mass use of these alternative sources of energy.

Keywords: Biofuels, Renewable diesel, Hydro treatment, Animal fats, Hydrolysis

Descripción del problema

Como alternativa a los combustibles fósiles han surgido los biocombustibles, que son provenientes de fuentes renovables como aceites vegetales o biomasa en general. Los primeros tipos de biocombustibles que surgieron se denominaron de “primera generación”, o sea, aquellos provenientes de materias comestibles como maíz, caña de azúcar o aceites vegetales, entre otros. Al igual que los combustibles de primera generación, los combustibles de segunda generación también se producen a partir de materias primas sostenibles pero, en este caso, estas materias primas no se usan normalmente para el consumo humano. Las materias primas no alimentarias de segunda generación incluyen cultivos leñosos y residuos agroindustriales. Por esta razón, se necesitan tecnologías de conversión avanzadas en el proceso, que es también la razón por la cual los biocombustibles de segunda generación se conocen como “biocombustibles avanzados”. El lado positivo de los biocombustibles de segunda generación es la mayor eficiencia, ya que se aprovecha la mayor parte de la materia prima suministrada.

Las características finales del diésel renovable dependen de la materia prima utilizada para su procesamiento y generalmente está asociada a la disponibilidad del recurso primario existente en cada país. El costo de este biocombustible dependerá finalmente de la capacidad de la planta de producción, calidad de materia prima utilizada, tipo de alcohol y catalizador. Sin embargo, se puede partir de que el costo de producción dependerá

entre el 70 % y el 90 % del costo de la materia prima.

Este problema técnico del diésel renovable que limita las mezclas con el diésel petroquímico es causado principalmente por la formación de sedimentos y nubosidades (hazes) en diferentes etapas del proceso, el transporte y el almacenamiento.

Una alternativa para obtener un biocombustible que sea compatible con diésel petroquímico es el hidrot ratamiento para obtener diésel renovable o green diésel. Este proceso lo que busca básicamente es saturar por completo la molécula, hidrolizar los triglicéridos y finalmente eliminar el oxígeno presente en los ácidos grasos y así tener hidrocarburos que se puedan mezclar con el diésel en diferentes proporciones.

En el contexto colombiano, el Gobierno ha impulsado los biocombustibles mediante la implementación de leyes y programas que difunden su uso con fines energéticos y de transporte. En el documento Conpes 3510 [1], se presentan las directrices orientadas a promover la producción de biocombustibles en Colombia, proponiendo las estrategias por seguir. En estas estrategias se pueden resaltar: incorporar los desarrollos previstos del mercado de biocombustibles como una variable para la planeación de la infraestructura de transporte, definir un plan de investigación y desarrollo en biocombustibles, armonizar la Política Nacional de Biocombustibles con la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y desarrollar acciones específicas para abrir nuevos mercados y diferenciar el producto colombiano en los mercados internacionales.

Objetivo general

Desarrollar un proceso para la producción de un biocombustible tipo diésel a partir del hidrot ratamiento (deoxigenación) de ácidos grasos derivados de residuos animales.

Objetivos específicos

- Seleccionar y caracterizar la materia prima más adecuada para este proceso que esté disponible como residuo en el departamento de Cundinamarca.
- Determinar las mejores condiciones de síntesis para la obtención de los ácidos grasos mediante hidrólisis de residuos grasos animales.
- Evaluar el desempeño de catalizadores para la producción de hidrocarburos tipo diésel mediante el hidrot ratamiento de los ácidos grasos derivados de residuos animales.
- Analizar las propiedades de los biocombustibles tipo diésel obtenidos.
- Determinar el grado de mezcla para la producción de un biocombustible a partir de diésel y diésel renovable, cuyas propiedades se encuentren en las especificaciones de calidad establecidas en la normativa nacional.
- Diseñar un prototipo de planta experimental para la producción de diésel renovable a partir de residuos grasos.
- Realizar estudio de mercado que permita establecer el potencial de mercado para explotar más allá de la

temporalidad del proyecto.

Introducción

La grasa animal que se desecha producto del tratamiento o acondicionamiento de la explotación pecuaria constituye una materia prima de bajo costo y con alta disponibilidad en el departamento de Cundinamarca. De acuerdo con la información reportada en la literatura científica y técnica, se pueden obtener biocombustibles tipo diésel por reacciones de hidrot ratamiento, a partir de aceites vegetales y grasas animales. La investigación propuesta presentará un componente novedoso partiendo desde los ácidos grasos de residuos grasos animales buscando con esto: a) reducir tiempos de reacción comparado con los procesos convencionales; b) reducir gastos de energía en el proceso, debido a que se pueden tener condiciones de reacción menos drásticas que los procesos de hidrot ratamiento convencionales; c) minimizar el consumo de hidrógeno en el hidrot ratamiento; d) el producto obtenido se puede categorizar como un nuevo biocombustible para realizar mezclas con combustibles comerciales tipo diésel que actualmente se emplean en el país y complementarían o reemplazarían el empleo de biocombustibles como el diésel renovable (metilésteres de ácidos grasos).

El desarrollo del proyecto se realizará en cinco etapas:

a. Inicialmente se realizará la selección de la materia prima a partir de una revisión previa departamental de los residuos grasos animales de acuerdo con su

impacto ambiental, oferta y disponibilidad. La materia prima seleccionada será caracterizada y acondicionada de acuerdo con los requerimientos del proceso.

b. En una segunda etapa se separarán los ácidos grasos de la grasa animal empleando un proceso de hidrólisis ampliamente trabajado en la literatura científica e industrial.

c. En una tercera etapa se realizará un diseño experimental factorial multinivel para evaluar las reacciones de hidrot ratamiento de los ácidos grasos obtenidos en la etapa de hidrólisis, empleando un catalizador comercial de molibdeno modificado con azufre.

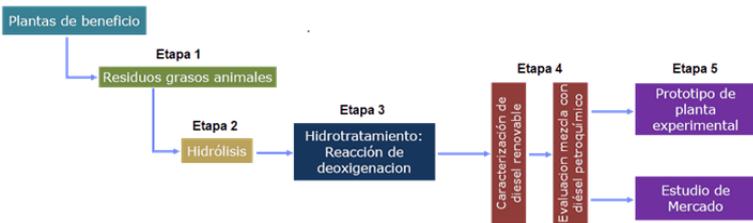
d. En una cuarta etapa, se determinará el grado de acondicionamiento necesario para obtener un biocombustible que cumpla con las especificaciones de calidad de un combustible tipo diésel o sus mezclas con productos tipo diésel comerciales, de acuerdo con normatividad nacional e internacional vigente.

e. Finalmente, se desarrollará el diseño y la implementación de un prototipo de planta experimental para la obtención de diésel renovable, además de un estudio de mercado para identificar el potencial de mercado para explotar, más allá de la temporalidad del proyecto.

Metodología

El proyecto tiene su enfoque en la producción y síntesis de diésel renovable a partir de residuos grasos. En la Figura 1 se observa una descripción simple de la metodología utilizada.

Figura 1. Esquema general de la metodología.



A continuación se describen por objetivo específico las actividades planteadas.

1. Seleccionar y caracterizar la materia prima más adecuada para este proceso que esté disponible como residuo en el departamento de Cundinamarca.

Primera etapa

Se realiza la selección de la materia prima, teniendo en cuenta aspectos como propiedades, impacto ambiental, oferta y disponibilidad, la cual será luego caracterizada según los requerimientos con sus respectivos métodos de ensayo: Índice de yodo (ASTMD-5554), Índice de saponificación (ASTM D-5558), Porcentaje de acidez (ASTM D-1980), Material insaponificable (ASTM D-1965), Humedad (ASTM D-4377) y Composición de ácidos grasos (Cromatografía CG-MS).

2. Determinar las mejores condiciones de síntesis para la obtención de los ácidos grasos mediante hidrólisis de residuos grasos animales.

Segunda etapa

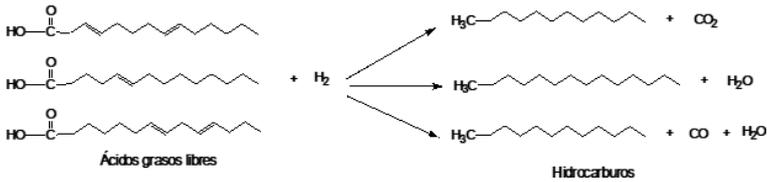
Se realiza la transformación de los residuos grasos animales (triglicéridos) a ácidos grasos y glicerol.

El proceso experimental para la hidrólisis de las grasas animales se realiza a partir de condiciones tomadas de la literatura [3-6].

La reacción se realizará en un reactor batch de alta presión por 30 minutos, con temperaturas de entre 200 a 400 °C y manejando una presión autógena que no debe ser mayor a 100 bares.

La reacción se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Hidrólisis de gasas/aceites.

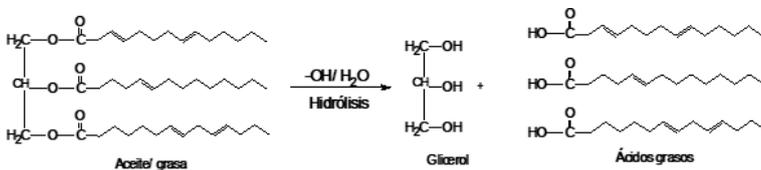


3. Sintetizar y evaluar el desempeño de catalizadores para la producción de hidrocarburos tipo diésel mediante el hidrotreamiento de los ácidos grasos derivados de residuos animales.

Tercera etapa

Con el fin de realizar el proceso mejorado de hidrotreamiento, se hacen reacciones de desoxigenación, empleando como materia prima los ácidos grasos de la anterior etapa (Figura 3).

Figura 3. Hidrotreamiento de ácidos grasos.



Como catalizador se empleará níquel-molibdeno, el cual es comercial y está soportado en sílice y modificado con azufre.

Con esto se busca reducir gastos de energía del proceso debido a condiciones de reacción menos drásticas (menor presión, temperatura y tiempo), disminuir consumo de hidrógeno y categorizar como un nuevo biocombustible no isomerizado para realizar mezclas con combustibles comerciales tipo diésel que se emplean en el país.

4. Determinar el grado de mezcla para la producción de un biocombustible a partir de diésel y diésel renovable, cuyas propiedades se encuentren en las especificaciones de calidad establecidas en la normativa nacional.

Cuarta etapa

- a. Diseñar un prototipo de planta experimental para la producción de diésel renovable a partir de residuos grasos.
- b. Realizar estudio de mercado que permita establecer el potencial de mercado para explotar más allá de la temporalidad del proyecto.

Quinta etapa

- Recolección de información. Análisis del estado del arte (publicaciones arbitradas), análisis del estado de la técnica (búsqueda de patentes), búsqueda de antecedentes,

caracterización de RSO, plaza de mercado de Fusagasugá.

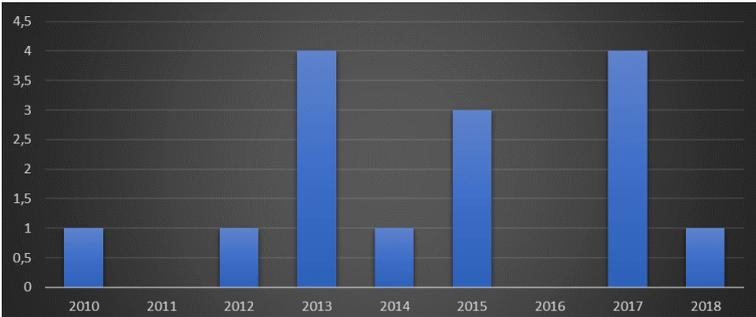
- Diseño e implementación del prototipo planta experimental para producción de diésel renovable mediante hidrotreatmento de ácidos grasos derivados de residuos animales, con miras a la postulación del modelo de utilidad ante la SIC (desarrollo de *hardware* y de *software*).
- Verificación y validación del prototipo a partir de la realización de pruebas de desempeño y análisis de los parámetros de calidad del producto final, de acuerdo con la normatividad vigente.

Resultados y discusión

Tendencias en producción de ácidos grasos por el proceso de hidrotreatmento

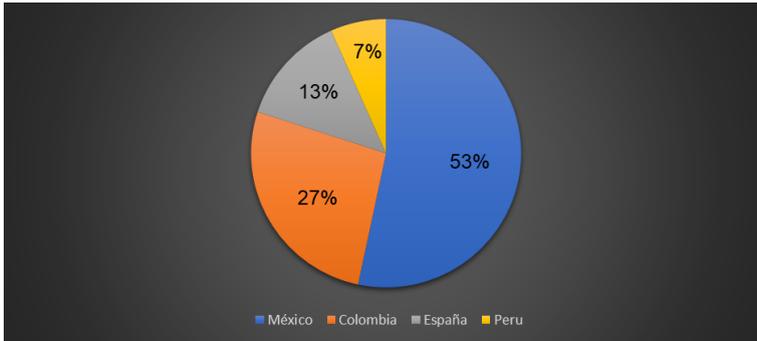
En los desarrollos del biocombustible se encuentra que México es uno de los principales países dedicados a esta investigación, junto con Colombia y España. En la Figura 4 se observa el comportamiento de las publicaciones sobre la producción de diésel renovable, el cual presenta unos periodos de un alto número de publicaciones: cada dos años, aproximadamente, además de tener un promedio de uno a dos artículos por año de publicaciones o artículos relacionados con el diésel renovable y sus procesos de elaboración, entre 2010 y 2018.

Figura 4. *Dinámica de publicaciones en artículos para producto (2010-2018).*



En la Figura 5 se muestra la participación en la publicación de desarrollo de diésel renovable de los principales países, que han desarrollado investigaciones sobre la producción de este biocombustible. México encabeza el índice de participación con un 53 % de las publicaciones de este campo, seguido por Colombia con un 27 % y España con un 13 %.

Figura 5. Participación de los países líderes en publicaciones en artículos para producto (2011-2018).



La Tabla 1 enseña el perfil de los clústeres de investigación. El clúster 1 se caracteriza por mostrar producto obtenido después del proceso de hidrotratamiento, el cual es diésel renovable o diésel verde, ya que hay publicaciones que enfatizan la producción de diésel tradicional con el proceso.

El clúster 2 expone la dinámica de publicaciones en las cuales se utiliza un catalizador NiMo (níquel-molibdeno) o CoMo (cobalto-molibdeno) soportado en zeolitas o alúmina, los cuales son los más comúnmente usados para la producción de diésel renovable; también describen otros catalizadores no tan comunes.

El clúster 3 se enfoca en la identificación de las temperaturas utilizadas en el proceso de producción de diésel renovable, en el cual se puede observar que está separado en rangos de temperatura menor a 200 °C, son comúnmente asociados

a la materia prima utilizada que en este caso serían los aceites vegetales y aceites reutilizados para la producción del biocombustible. Los rangos de temperatura superiores a 200 °C son más relacionados a materias primas como lo serían grasas extraídas de origen animal y crudo de petróleo.

En el clúster 4 se nota que en cinco investigaciones se relaciona la producción de diésel renovable a las grasas de origen animal, y el clúster 5 está dirigido a la producción de diésel verde con materia prima vegetal o aceites vegetales.

Tabla 1. Perfil de los clústeres identificados.

Países [artículos]	Autores [artículos]	Instituciones [artículos]	Tema de interés	Tendencias de publicaciones																														
México[6] Colombia[4] España[2]	J. P. R. L., L. P. T., E. A. D. L. R. R., C. T. T., L. T. B., Á. V. O., L. M. R., S. O. M. L., G. A. C., R. J. M., F. V. R. L., E. C., C. T. T., L. T. B., Á. V. O., L. M. R., S. O. M. L., G. A. C., R. J. M., B. C., R. M., E. M., N. C. P., A. P. M., A. I. C. E.	Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. [3], Pontificia Universidad Javeriana. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Luna Azul. Digital Ciencia@Uaqro. Fundación Universidad de América. 18th International Oil Palm Conference. <i>Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica</i> .	Diésel renovable y diésel verde	<table border="1"> <caption>Tendencias de publicaciones: Diésel renovable y diésel verde</caption> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Publicaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2010</td><td>2</td></tr> <tr><td>2011</td><td>0</td></tr> <tr><td>2012</td><td>0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>0</td></tr> <tr><td>2015</td><td>2</td></tr> <tr><td>2016</td><td>0</td></tr> <tr><td>2017</td><td>4</td></tr> <tr><td>2018</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Año	Publicaciones	2010	2	2011	0	2012	0	2013	3	2014	0	2015	2	2016	0	2017	4	2018	1										
Año	Publicaciones																																	
2010	2																																	
2011	0																																	
2012	0																																	
2013	3																																	
2014	0																																	
2015	2																																	
2016	0																																	
2017	4																																	
2018	1																																	
México[7] Colombia[2] España[2]	J. P. R. L., N. A. R. M., N. A. R. M., C. T. T., L. T. B., Á. V. O., L. M. R., C. A. A. C., L. B. A. L. M., F. V. R. L., B. C., R. M., E. M., N. C. P., A. P. M., U. M. C., A. I. C. E.	Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C.[3], Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas [2], Luna Azul, Fundación Universidad de América, <i>Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica</i> , Universidad de Córdoba.	Catalizador	<table border="1"> <caption>Tendencias de publicaciones: Catalizador</caption> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Publicaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2010</td><td>1</td></tr> <tr><td>2011</td><td>0</td></tr> <tr><td>2012</td><td>0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>3</td></tr> <tr><td>2014</td><td>1</td></tr> <tr><td>2015</td><td>1</td></tr> <tr><td>2016</td><td>0</td></tr> <tr><td>2017</td><td>4</td></tr> <tr><td>2018</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Año	Publicaciones	2010	1	2011	0	2012	0	2013	3	2014	1	2015	1	2016	0	2017	4	2018	1										
Año	Publicaciones																																	
2010	1																																	
2011	0																																	
2012	0																																	
2013	3																																	
2014	1																																	
2015	1																																	
2016	0																																	
2017	4																																	
2018	1																																	
México[2] Colombia[2] Perú[1] México[6] España[2]	A. I. C. E., M. E. G. C., C. A., A. C., L. B., A. L. M., S. O. M. L., G. A. C., R. J. M., C. T. T., L. T. B., Á. V. O., L. M. R. J. P. R. L., N. A. R. M., E. A. D. L. R. R., F. V. R. L. B. C., R. M., E. M., N. C. P., A. P. M., U. M. C.	Luna Azul. Digital Ciencia@Uaqro. Fundación Universidad de América. Universidad Nacional de Ingeniería. Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. [2], Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas [2], <i>Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica</i> , Universidad Rey Juan Carlos, Escuela Superior de Ciencias.	Temperatura < 200° > 200°	<table border="1"> <caption>Tendencias de publicaciones: Temperatura < 200° > 200°</caption> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>>200°</th> <th><200°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2010</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2011</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>2012</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>2014</td><td>0</td><td>2</td></tr> <tr><td>2015</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>2016</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>2017</td><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>2018</td><td>0</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Año	>200°	<200°	2010	0	0	2011	0	1	2012	1	0	2013	1	0	2014	0	2	2015	1	0	2016	1	0	2017	2	0	2018	0	1
Año	>200°	<200°																																
2010	0	0																																
2011	0	1																																
2012	1	0																																
2013	1	0																																
2014	0	2																																
2015	1	0																																
2016	1	0																																
2017	2	0																																
2018	0	1																																
México[1] Colombia[3] España[1]	C. T. T., L. T. B., Á. V. O., L. M. R., C. A., A. C., L. B., A. L. M., E. C., B. C., R. M., E. M., A. P. M.	Luna Azul. Fundación Universidad de América. 18th International Oil Palm Conference. <i>Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica</i> . Universidad de Córdoba.	Materia prima: grasa animal	<table border="1"> <caption>Tendencias de publicaciones: Materia prima: grasa animal</caption> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Publicaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2010</td><td>0</td></tr> <tr><td>2011</td><td>0</td></tr> <tr><td>2012</td><td>0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>1</td></tr> <tr><td>2014</td><td>0</td></tr> <tr><td>2015</td><td>2</td></tr> <tr><td>2016</td><td>0</td></tr> <tr><td>2017</td><td>2</td></tr> <tr><td>2018</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Año	Publicaciones	2010	0	2011	0	2012	0	2013	1	2014	0	2015	2	2016	0	2017	2	2018	0										
Año	Publicaciones																																	
2010	0																																	
2011	0																																	
2012	0																																	
2013	1																																	
2014	0																																	
2015	2																																	
2016	0																																	
2017	2																																	
2018	0																																	

México[5] Colombia[2] España[2]	J. P. R. L., L. P. T., E. A. D. L. R. R., C. A., A. C., L. B., A. L. M., F. V. R. L., B. C., R. M., E. M., A. P. M., A. I. C. E.	Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. [3], Pontificia Universidad Javeriana. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas.	Materia prima: aceites vegetales	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2010</td><td>1</td></tr> <tr><td>2011</td><td>0</td></tr> <tr><td>2012</td><td>0</td></tr> <tr><td>2013</td><td>2</td></tr> <tr><td>2014</td><td>0</td></tr> <tr><td>2015</td><td>1</td></tr> <tr><td>2016</td><td>0</td></tr> <tr><td>2017</td><td>4</td></tr> <tr><td>2018</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Año	Valor	2010	1	2011	0	2012	0	2013	2	2014	0	2015	1	2016	0	2017	4	2018	1
Año	Valor																							
2010	1																							
2011	0																							
2012	0																							
2013	2																							
2014	0																							
2015	1																							
2016	0																							
2017	4																							
2018	1																							

Conclusiones y recomendaciones

Se espera que la ejecución a gran escala de este proyecto le permita al país poder reemplazar el diésel renovable de metilésteres de ácidos grasos, pues estos últimos tienen algunos problemas técnicos que se deben tener muy presente a la hora de evaluar el efecto que estos necesitan. Con el desarrollo en el futuro de una planta integral autosostenible para la producción de biohidrocarburos, se contará con tecnología de punta para obtener un combustible renovable de bajo costo y alta eficiencia mecánica y ambiental.

En el corto plazo, los grupos de investigación participantes desarrollarán nuevos sistemas e implementarán modificaciones a los procesos convencionales en escala de laboratorio, lo cual fortalecerá el conocimiento sobre los temas de la investigación y favorecerán la implementación de las tecnologías desarrolladas y apropiadas en una mayor escala.

Bibliografía

- [1]. Documento Conpes 3510. 2008. http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2008/conpes_3510_2008_.pdf (accessed April 24, 2018).
- [2]. UPME. Plan Energético Nacional (PEN) 2006-2025. Contexto y Estrategias. 2007.
- [3]. Bailey A. Aceites y grasas industriales. Reverté, S. Madrid. 1979.
- [4]. Kroschwitz JI, Kirk-Othmer SA. Encyclopedia of chemical technology. Volume 5. 2004.
- [5]. Ittner MH. Hydrolysis of fats and oils. US2139589A. 1936.
- [6]. Sonntag NOV. Fat splitting. J Am Oil Chem Soc. 1979;56:729A-732A.
- [7]. Rodríguez López JP. Hidrodesoxigenación de aceite de jatropha curcas sobre Pt/HZSM-22- γ -Al₂O₃ para la obtención de combustibles sintéticos. Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. 2018.
- [8]. Ramoz Meléndez NA. Hidrotratamiento de un destilado intermedio de aceite crudo maya (200-300°C) utilizando catalizadores NiMo/Al₂O₃-SiO₂ con diferente concentración de SiO₂. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. 2014.
- [9]. Pinilla Torres L. Análisis de tendencias en biocombustibles para la definición de líneas estratégicas de investigación y desarrollo de Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. 2013.
- [10]. De La Rosa Reyna EA. Hidrotratamiento de aceite vegetal Jatropha Curcas L. para la producción de aceites verdes. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. 2013.
- [11]. Tejada Tovar C, Tejada Benítez L, Villabona Ortiz Á,

Monroy Rodríguez L. Obtención de diésel renovable a partir de diferentes tipos de grasa residual de origen animal. Luna Azul. 2013.

[12]. Ornelas S, Lisette M, Gutiérrez AC, Rodríguez JM. Biocombustibles de cara al futuro: un panorama actual. Digital Ciencia@Uaqro. 2015.

[13]. Andrade C, Corredor A, Buitrago L, Lache Muñoz A. Procesos bioquímicos utilizados para la producción de bioetanol, biodiésel y biogás y su estado en Colombia. Fundación Universidad de América. 2017.

[14]. Rodríguez Lizama FV. Síntesis de un catalizador bifuncional para (hidro) desoxigenación de aceite. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. 2017.

[15]. Castillo E. Biocombustibles avanzados a partir del aceite de palma. 18th International Oil Palm Conference. 2015.

[16]. Chan B, Martínez E. Algunos aspectos de producción de diésel verde a partir de materias primas de segunda generación y la tecnología del hidrot ratamiento. Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica. 2017.

[17]. Cantero Plaza N. Determinación de la corrosión y estabilidad de mezclas de corrientes de refinería y aceites vegetales en procesos de hidrot ratamiento. Universidad Rey Juan Carlos, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología. 2010.

[18]. Posadillo Marín A. Optimización de las condiciones experimentales para la producción de biocombustibles de segunda generación que integran la glicerina. Universidad de Córdoba. 2015.

[19]. Medina Castañeda U. Influencia de aditivo orgánico en el desempeño catalítico de un catalizador comercial convencional en reacción de hidrodesulfuración, para la obtención de diésel ultra bajo azufre. Universidad Nacional Autónoma de México. 2013.

[20]. Gamarra Condori ME. Optimizar el proceso de desulfuración del diésel en el Perú. Universidad Nacional

de Ingeniería. 2012.

[21]. Castillo Escobedo, Al. Desoxigenación catalítica de aceite de cocina usado para la obtención de biocombustible. Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. 2017.

Promoción de Campos de Aprendizaje para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje bilingüe en la Universidad de Cundinamarca

Martha Isabel Díaz Ramírez⁵⁶

Rafael Leonardo Cortés Lugo⁵⁷

56 Estudios en Lenguas Extranjeras. Licenciada en Educación Básica con énfasis en Inglés. Maestría en Enseñanza del Inglés como Lengua Extranjera. Maestría en Lingüística Aplicada en Enseñanza del Inglés como Lengua Extranjera. Docente de tiempo completo del Área Transversal de Inglés de la Facultad de Ciencias Sociales, Humanidades y Ciencias Políticas de la Universidad de Cundinamarca. Miembro del Grupo de Investigación Bilingüismo y Convergencia Digital. <https://orcid.org/0000-0001-5991-8447>, marthaidiaz@ucundinamarca.edu.co

57 Psicólogo. Maestría en Neurociencias y Biología del Comportamiento. Doctorando en Educación Basada en Competencias del Centro Universitario Mar de Cortés. Docente de tiempo completo del Programa de Psicología de la Facultad de Ciencias Sociales, Humanidades y Ciencias Políticas de la Universidad de Cundinamarca. Miembro del Grupo de Investigación CRESER, líder del Semillero de Investigación NEURPSICDEC. <https://orcid.org/0000-0001-5938-9215>, rlcortes@ucundinamarca.edu.co

Resumen

La Facultad de Ciencias Sociales, Humanidades y Ciencias Políticas mediante las áreas de Humanidades e Inglés y los programas académicos de Psicología y Música, desde 2018 hasta 2020 ha implementado el macroproyecto de investigación titulado “Promoción de Campos de Aprendizaje bilingüe a través de las Bellas Artes, las Humanidades y la Psicología”, en el cual se han fortalecido los Campos de Aprendizaje en segunda lengua con el modelo pedagógico Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT) de la Universidad de Cundinamarca. Los resultados obtenidos presentan las evidencias del impacto de la interdisciplinariedad en cuatro áreas diferentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje bilingüe en estudiantes de la Universidad. Los instrumentos usados en este macroproyecto son las encuestas realizadas y el análisis de correspondencias múltiples (ACM). En este caso, se exponen las reflexiones y percepciones pedagógicas no solo de los estudiantes, sino también de los docentes investigadores para fortalecer el proceso formativo de los futuros profesionales en el departamento de Cundinamarca.

Palabras claves: bilingüismo, campos de aprendizaje, interdisciplinariedad

Abstract

The Faculty of Social Sciences, Humanities and Political Sciences through the areas of Humanities and English and the academic programs of Psychology and Music from 2018 to 2020 has implemented the research Macroproject entitled Promotion of Bilingual Learning Fields through Fine Arts, Humanities and Psychology, where the fields of second language learning have been strengthened under the pedagogical model: Transmodern Digital Educational Model of the Cundinamarca University. The obtained results present the evidence of the impact of interdisciplinarity between four different areas in the bilingual teaching and learning process in students from Cundinamarca University. The instruments used in this Macroproject are the surveys carried out and the multiple correspondence analysis (MCA). In this case, the reflections and pedagogical perceptions not only from the students, but also from the research teachers are presented to strengthen the training process of future professionals in the department of Cundinamarca.

Keywords: Bilingualism, Learning fields, Interdisciplinarity

Introducción

La Universidad de Cundinamarca mediante las área de Inglés y Humanidades y los programas académicos implementó el macroproyecto titulado “Promoción de Campos de Aprendizaje bilingüe a través de las Bellas Artes, las Humanidades y la Psicología”, desde 2018 hasta 2020, con el propósito de realizar una indagación sobre cuál ha sido el impacto de la política colombiana en el departamento de Cundinamarca, así como de manera particular, la comprensión entre la relación de los campos de aprendizaje y sus estilos cognitivos en los estudiantes de la Universidad de las extensiones Zipaquirá, Chía, Soacha y Facatativá, y la sede Fusagasugá, y por ende, la identificación de este impacto de los Campos de Aprendizaje bilingüe a través del Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT). El trabajo investigativo de los docentes investigadores de las áreas y los programas anteriormente mencionados fortaleció los procesos de bilingüismo de la UCundinamarca.

Desarrollo

En 2018 se dio inicio, y en la vigencia 2020-2 se hizo la fase final de entrega de productos que serán descritos en las siguientes líneas. En primer lugar, el macroproyecto está diseñado en cuatro áreas de actividades como es, en primera instancia, la identificación de la población, que se

determinó por las necesidades de mejora de los procesos de bilingüismo de las extensiones Zipaquirá, Soacha y Facatativá, y la sede Fusagasugá, de la Universidad de Cundinamarca.

A continuación, se elaboraron los instrumentos de recolección de información como fueron el diseño de encuestas, el análisis de correspondencias múltiples (ACM) y la prueba ACRA por parte del programa de Psicología de la extensión Facatativá. En esta etapa del macroproyecto se diseñaron los Campos de Aprendizaje bilingüe para la Facultad Ciencias Sociales, Humanidades y Ciencias Políticas.

Durante la implementación de los Campos de Aprendizaje, se llevaron a cabo cuatro talleres creativos en cada una de las extensiones y sede mencionadas, con grupos de estudiantes en el segundo semestre de 2018, para un total de 16 talleres creativos bilingües. En primer lugar, desde la pedagogía musical, un docente en música diseñó en conjunto con el docente de inglés una estrategia didáctica para establecer una ambientación musical en torno a los ritmos musicales y con conceptos básico como tono, ritmo y secuencias.

De esta forma, se logró la familiarización de los estudiantes participantes como parte de la preparación al taller creativo bilingüe. Durante esta familiarización musical, los estudiantes desarrollaron los cinco sentidos basados en los diferentes estilos cognitivos de los estudiantes participantes; así mismo, en estos talleres creativos los estudiantes desarrollaron maneras de comunicación como el uso del lenguaje corporal, la coordinación física entre variados movimientos físicos y las instrucciones en inglés

y español. Luego, el docente de música acompañaba al docente de inglés en la presentación del contexto cultural de la canción en inglés. A continuación, se revisaba la pronunciación y el significado de la canción para reconocer el origen de tema y, por ende, cantar con los estudiantes y el docente de inglés.

Así se fomenta el desarrollo de la comprensión auditiva y lectora de los estudiantes de la Universidad de Cundinamarca. Por ejemplo, en estos talleres creativos, se trabajaron las culturas de habla inglesa de países como Jamaica, Inglaterra y Estados Unidos. En este sentido, Sánchez (2007) señala que el campo de aprendizaje como proceso de formación intersubjetivo, se basa en la intensidad y la frecuencia de participación de los estudiantes y docentes. El aprendizaje significativo se lleva a cabo cuando en este proceso existe una relación directa entre el conocimiento previo y el nuevo generado en este tipo de talleres. La mayoría de los participantes, en este caso estudiantes de nivel 1 de inglés, estaban familiarizados con las temáticas gramaticales y su relación directa con los países angloparlantes. No obstante, el enfoque de estos talleres se dio por el conocimiento cultural y el valor tradicional a través de la música de los países mencionados anteriormente, de manera innovadora.

El desarrollo de los Campos de Aprendizaje bilingüe implica la interacción de varias áreas como es la de Humanidades e Inglés y los programas académicos de Música y Psicología de la Universidad de Cundinamarca, desde la formación humanista, principio fundamental para el MEDIT en cuanto a la enseñanza para la vida de cada uno de los estudiantes.

Según Sánchez y Pérez (2017), la formación humanista se basa principalmente en la formación del ser humano para la vida con las herramientas apropiadas para generar un pensamiento crítico y a la vez el desarrollo como personas en sus entornos educativos y profesionales. El objetivo de esta es crear para el estudiante las potencialidades necesarias para alcanzar un beneficio académico, profesional y personal que favorezca, en primer lugar, la formación para la vida del estudiante, es decir, la construcción individual del proyecto de vida del ser humano desde un punto de vista educativo que va más allá de un fin utilitarista, es decir, implica el desarrollo para libertad del estudiante y, por consiguiente, en favor del departamento de Cundinamarca.

En la etapa de evaluación de los Campos de Aprendizaje, se realizaron encuestas a los estudiantes participantes de estos talleres creativos, en los cuales se recogen las principales percepciones de los estudiantes de primer semestre en torno al impacto positivo sobre su proceso de aprendizaje bilingüe, no solo desde el inglés como espacio académico, sino como un medio de interacción que potencializa sus habilidades sociales comunicativas en una segunda lengua.

En este caso, la motivación intrínseca de los estudiantes tiene un papel preponderante para el desarrollo de las habilidades de pensamiento superior en el análisis, síntesis y evaluación de la información en cualquier lengua. Debido a que este tipo de motivación surge de manera espontánea y cuando es preciso, como lo afirma Soriano (2001), la motivación intrínseca es usada cuando es necesario y oportuno para el usuario.

En la realización del macroproyecto, se analizó la información encontrada, la evaluación de los Campos de Aprendizaje y la consolidación de los resultados que se presentan a modo general en los siguientes párrafos. La fase de entrega de productos finales incluye la publicación de un artículo en revista indexada, la publicación del libro *Promoción de Campos de Aprendizaje bilingüe a través de las Bellas Artes, las Humanidades y la Psicología*, en el cual se presentan los principales hallazgos encontrados por parte de las áreas de Humanidades e Inglés y los programas académicos de Música y Psicología. Así mismo, la culminación de la tesis de grado sobre Campos de Aprendizaje en el programa de Maestría en Educación.

En la misma línea, se realizó el análisis de los resultados, entre los cuales se encuentra el producto del macroproyecto como es la monografía o el proyecto de grado del programa de Psicología, en el cual los estudiantes de pregrado de este programa realizaron un análisis psicométrico del instrumento Placement Test, aplicado en el área de Inglés como prueba de entrada a todos los estudiantes de pregrado y posgrado al inicio del semestre académico, con el fin de verificar su nivel de proficiencia en inglés según el Marco Común Europeo, estándar internacional acogido por el Ministerio de Educación Nacional para establecer los parámetros de graduación en programas de pregrado y posgrado. Este buscó analizar las cualidades psicométricas del Placement Test, Por tanto, en este punto, es necesario aclarar que el nivel esperado de graduación es B1 o B2, según Acuerdo 000007 de 2018 de la Universidad de Cundinamarca, por el cual se reglamenta el desarrollo de la lengua extranjera inglés en los programas académicos de pregrado y posgrado de la Universidad.

Los estudiantes que ingresan a programas de pregrado y tecnológico a la UCundinamarca deben acreditar el nivel A1 mínimo en lengua extranjera; en los programas de especialización los estudiantes deben acreditar nivel de dominio A2; en el caso de programas de posgrado como maestría, los estudiantes deben acreditar el nivel de dominio de B1; y de B2 para programas de doctorado. Por tanto, este nivel es verificado y dado a través de la Prueba Placement Test o una prueba de suficiencia desde el área de Inglés transversal. Por lo tanto, este análisis psicométrico de la prueba Placement Test permitió indagar los índices de validez y confiabilidad como instrumento idóneo para evaluar las habilidades de escucha, habla, lectura y escritura en lengua extranjera y la clasificación en los niveles establecidos por la Universidad.

Entre los hallazgos más relevantes de esta monografía titulada “Análisis psicométrico del instrumento Placement Test en 2020 diseñado para un tamizaje inicial del nivel de inglés de los estudiantes de la Universidad de Cundinamarca”, se encuentra que el grado de dificultad en la construcción de las preguntas fue relativamente óptimo del examen Placement Test, aunque la idoneidad de esta prueba puede variar por la aleatoriedad de esta evaluación.

Así mismo, se sugiere incluir una instrucción más clara para contextualizar al tomador de la prueba, en este caso al estudiante, como es en la sección de vocabulario y gramática. También, entre las sugerencias dadas en esta monografía está la revisión adecuada de la dificultad de los distractores entre las opciones dadas en cada respuesta y el nivel requerido en la prueba, debido a que en la preferencia de selección son fácilmente descartables, es decir, que el nivel adecuado debe tender a un intermedio de dificultad.

Este instrumento de evaluación permite al área de Inglés tomar decisiones sobre la preservación o eliminación de cada una de las preguntas y, del mismo, modo permite tomar la decisión de reducir la aleatoriedad en el examen Placement Test y en la forma de construcción de cada una de las preguntas para brindar una evaluación adecuada al estudiante con los mismos parámetros de dificultad para todos los participantes de la prueba.

Este análisis psicométrico permitió al área de Inglés tener en cuenta las técnicas de validez, confiabilidad, comparabilidad y equidad en la construcción de este tipo de herramientas evaluativas para revisar la competencia comunicativa en lengua extranjera: inglés.

Además de realizar este análisis psicométrico, desde el programa de Psicología de la Universidad de Cundinamarca se desarrolló un estudio a través de la prueba ACRA, de Román y Gallego (1994). Según De la Fuente y Justicia (2003) es un instrumento que se basa en los principios cognitivos para la evaluación del procesamiento de información de los estudiantes durante su estudio. En este caso, en la prueba Placement Test en inglés, se revisaron cuatro estrategias para el aprendizaje de una lengua, entre las que se encuentra: la codificación de la información a través de la nemotecnización, la elaboración y la organización, las cuales fueron asociadas al uso para el dominio del inglés como lengua extranjera.

Otro tipo de estrategia de aprendizaje para el desarrollo de la memoria a largo plazo es la recuperación, y otras van desde estrategias metacognitivas hasta otras de tipo socioafectivo. De igual modo, se hicieron actividades como ver películas y escuchar música en inglés. Entre las

principales sugerencias dadas en este análisis se encuentra el fortalecimiento de intercambio estudiantil como proceso de inmersión para proporcionar un ambiente angloparlante al estudiante, mayor exposición a la segunda lengua y continuar con estrategias de muestreo probabilístico en los procesos investigativos en los diferentes Campos de Aprendizaje de la Universidad de Cundinamarca.

Los procesos de inmersión lingüística no solo son necesarios para mejorar los procesos de aprendizaje de una segunda lengua en un país de habla inglesa, sino también en el mismo contexto de los estudiantes a través de los espacios escolares, en este caso la implementación de talleres creativos bilingües, en los cuales la música se convirtió en un lenguaje universal para expresar pensamientos y sentimientos, ya que proveen más oportunidades de exposición desde lo sencillo hasta lo más complejo, como lo afirma Reyer (2014), en la experimentación de una lengua de una manera imaginativa y significativa para el estudiante udecino. Igualmente, es esencial el papel del docente para simplificar el lenguaje como el uso materiales adaptados a las necesidades comunicativas de los estudiantes.

Conclusiones

Entre las conclusiones más relevantes se encuentra el papel del inglés para cumplir el propósito del Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT) en cuanto a la formación para la vida del estudiante como sujeto activo

de las comunidades de referencia. En este punto, el inglés es un factor dinamizador. En este caso, la incorporación del inglés en los diferentes creativos bilingües permitió generar un aprendizaje significativo a largo plazo que va más allá del aula de clase.

Del mismo modo, como parte de las percepciones más comunes halladas entre los participantes de los talleres creativos se encuentra la pertinencia de este tipo de actividades lúdicas musicales y bilingües para el aprendizaje de una segunda lengua. En segundo lugar, los estudiantes señalan la dificultad con la que ingresaron a la Universidad debido a los bajos procesos de enseñanza y aprendizaje de una segunda lengua y el impacto positivo para mejorar este tipo de percepción a través de la implementación de este macroproyecto.

La motivación es la tercera prevalente percepción, de valor intrínseco de los estudiantes para la experimentación en una segunda lengua a través de la música. Una cuarta percepción señala una percepción positiva en torno a la didáctica implementada en cada uno de los talleres bilingües.

Desde el área de Humanidades, se señala el impacto de esta clase de talleres creativos en segunda lengua para la construcción del campo cultural de la Universidad de Cundinamarca debido a que le permite al estudiante la transformación de su campo de acción profesional mediante el uso de inglés en su propia comunidad y, posteriormente, en otros escenarios. Otro aspecto necesario para tener en cuenta en la construcción del Campo de Aprendizaje bilingüe son los sistemas de evaluación usados en el área de Inglés transversal como es el Placement Test en

términos de validez y confiabilidad, como instrumento adecuado para administrar a los estudiantes de primer semestre de pregrado. De hecho, el trabajo interdisciplinar entre áreas variadas humanistas permite la contribución al perfil integrador del egresado y al objetivo de la misión de la Universidad de Cundinamarca en cuanto a los procesos de enseñanza-aprendizaje reales y al fortalecimiento de la investigación y la innovación en el departamento de Cundinamarca.

Bibliografía

De la Fuente Arias, J. y Justicia, F. (2003). Escala de estrategias de aprendizaje ACRA -Abreviada para alumnos universitarios. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 1(2), 139-158. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2931/293152877008>

Hernández Sierra, A. del P., Ramírez Duarte, M. y Federico Roa, F. (2020). *Análisis psicométrico del instrumento Placement Test diseñado para un tamizaje inicial del nivel de inglés de los estudiantes de la Universidad de Cundinamarca* (estudiantes del programa académico de Psicología). Universidad de Cundinamarca.

Muñoz Barrera, A. (2015). *Generación Siglo 21: Plan Rectoral 2015-2019, Universidad de Cundinamarca*. <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/universidad/planeacion-institucional/plan-rectoral-2015-2019>

Sánchez, R. (2007). La teoría de los campos de Bourdieu, como esquema teórico de análisis del proceso de graduación en posgrado. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9(1), 1-21. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412007000100008&lng=es&lng=es

Sánchez, V. y Pérez, P. M. (2017). La formación humanista: un encargo para la educación. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(3), 265-269. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000300041&lng=es&lng=es

Soriano, M. (2001). La motivación, pilar básico de todo tipo de esfuerzo. *Proyecto Social: Revista de Relaciones*

Laborales, (9), 163-184.

Reyero, A. (2014). *La inmersión lingüística: una nueva forma de aprendizaje*. Universidad de Valladolid.

Universidad de Cundinamarca. (2018). *Acuerdo 000007 de 2018*. Consejo Académico Universidad de Cundinamarca.

Desarrollo de una aplicación de realidad virtual para capacitación sobre control de incendios con extintores

María Teresa Jiménez Duarte⁵⁸

Andrea del Pilar Silva Prieto⁵⁹

Édison Gustavo Cañón Varela⁶⁰

58 Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-1907-0960>, mteresajimenez@ucundinamarca.edu.co

59 Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca. <https://orcid.org/0000-0002-3110-0077>, adelpilarsilva@ucundinamarca.edu.co

60 Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Cundinamarca, extensión Chía. Con maestría en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos, Universidad Internacional de La Rioja (en curso). Especialista en Gerencia de Proyectos de Inteligencia de Negocios. Docente de la Universidad de Cundinamarca y director del proyecto. <https://orcid.org/0000-0002-5644-9005>, egcanon@ucundinamarca.edu.co

Resumen

Durante las últimas décadas se ha presentado toda una revolución en cuanto a seguridad refiere; el surgimiento de administradoras de riesgos laborales (ARL) y empresas asesoras en seguridad son prueba de ello. Ahora bien, aplicar temáticas de incendios a la hora de capacitar brigadas se ha convertido en todo un desafío para estas organizaciones, debido principalmente al componente práctico y logístico de una capacitación, y es que en estos temas se tiene un fuerte argumento teórico enfocado a lo que se debe hacer durante la práctica y es aquí donde surge una interrogante: ¿cómo generar prácticas que involucren situaciones de peligro sin exponer a las personas a este?

Por medio del aplicativo de realidad virtual se pretende generar un entorno seguro e interactivo donde el brigadista pueda practicar y reconocer los lineamientos de comportamiento adecuados al control de incendios, además de reforzar los conocimientos adquiridos durante los entrenamientos preparándolo así, de forma más efectiva, frente a una emergencia real.

El aplicativo se desarrolla desde escenarios de diferentes tipos de incendio cuya evolución depende del comportamiento del usuario; el objetivo es que el brigadista identifique correctamente los lineamientos según los cuales debe utilizar una clase de extintor en específico, dadas las características del incendio y el entorno donde este se desarrolla. Así mismo, el aplicativo contará con videos que refuercen los conceptos básicos de la teoría de

incendios con énfasis en el manejo de extintores a fin de promover un proceso integral de entrenamiento y producir un cambio positivo desde la tecnología.

Palabras clave: realidad virtual, capacitación, aplicativo, incendio

Abstract

During the last decades, there has been a whole revolution in terms of security; the appearance of labor risk administrators (ARL) and security advisory companies are proof of this. However, teach fire-related topics and the whole process of training brigades has become a challenge for these organizations mainly because of the practical and logistical component of training. This happens mostly on these topics because there is a strong theoretical argument focused on what should be done during practice, this is where a question arises: How to generate practices that involve dangerous situations without exposing people to danger?

Through the development of virtual reality application it is intended to generate a safe and interactive environment where the brigade member can practice and recognize the appropriate behavior guidelines for fire control, in addition to reinforcing the knowledge acquired during training preparing it, more effectively, in front of a real emergency.

The application is developed from scenarios of different types of fire whose evolution is subject to the behavior of the user, the objective is for the brigade to correctly identify the guidelines according to which they must use a specific class of extinguisher, given the characteristics of the fire and the environment where it takes place. Likewise, the application will have videos that reinforce the basic concepts of fire theory with an emphasis on the management of fire extinguishers to promote a comprehensive training process and generate a positive change from technology.

Keywords: Virtual reality, Training, Application, Fire

Introducción

El Gobierno colombiano ha generado un régimen jurídico desde el cual se busca establecer un estándar para el manejo de incendios en entornos laborales. La expedición de la Ley 9 de 1979, por medio de la cual se dictan medidas sanitarias y se establece el marco de salud ocupacional, acentuó la necesidad de entornos de trabajo seguros y brigadas de trabajadores capaces de reaccionar frente a cualquier situación de emergencia: “en todo lugar de trabajo deberá disponerse de personal adiestrado, métodos, equipos y materiales adecuados y suficientes para la prevención y extinción de incendios” (Ley 9 de 1979, art. 114). Uno de los componentes del marco legal colombiano en materia de incendios y capacitaciones, tal vez el más importante para el desarrollo de este proyecto, es la Resolución 0256 de 2014, por medio de la cual se reglamentó el entrenamiento y la capacitación de brigadas contra incendios. Este decreto se apoya en una de las premisas de la Ley 1575 de 2012 (Ley General de Bomberos Colombia) que en su artículo 1 indica: “la gestión integral del riesgo contra incendio (...) es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano (...)”.

La investigación, la experiencia derivada de los incendios y los conocimientos fundamentales de ingeniería son las herramientas aptas para evaluar los problemas derivados del fuego y encontrar sus soluciones; el profesional utiliza estas herramientas para estudiar detenidamente cada problema, hallar su solución y finalmente resolverlo. Podrá después supervisar la aplicación y realización de estas soluciones y comprobar resultados (Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego, 2008).

A partir de este fragmento del *Manual de protección contra incendios* nace un postulado: la importancia de la ciencia y la ingeniería a la hora de entender y controlar el fuego. Si bien el fuego ha acompañado a la raza humana desde la prehistoria, la verdad es que el manejo que se tiene actualmente de este dista mucho de la perfección (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, 2008). El objetivo del estudio y preparación en materia de incendios es enriquecer y fortalecer la concepción que se tiene del fuego y su comportamiento; por este motivo, no resulta extraño que durante el transcurso de las décadas y gracias a la llegada de la revolución industrial, la globalización y la tecnificación, muchos expertos en el tema vieran la necesidad de implementar nuevas tecnologías y aproximaciones en la enseñanza del control de incendios.

Desde una perspectiva general, para la mayoría la realidad virtual esboza un concepto novedoso con un abanico de posibilidades casi infinitas. Sin embargo, este se lleva forjando desde 1965 cuando se plasmó la primera idea referente a realidad virtual: crear un mundo que se vea en una pantalla y que parezca real, con sonido real, sentirse real y que responda de manera realista a las acciones del espectador (Sutherland, 1965). Desde entonces la realidad virtual se ha visto enriquecida desde la ciencia y la ingeniería hasta convertirse en lo que conocemos hoy:

un medio interactivo compuesto por simulaciones de computadora, que detecta la posición y acciones del participante y reemplaza o aumenta la respuesta a uno o más sentidos, dando la sensación de estar mentalmente inmerso o en la simulación de un mundo virtual. (Sherman y Craig, 2003)

A partir de experiencias realistas se pueden generar datos más fiables respecto al comportamiento humano.

Actualmente las empresas asesoras en seguridad basan su modelo de entrenamiento en un componente teórico y un componente práctico, este último por medio de simulacros. Uno de los problemas que muchos expertos en el tema han encontrado se asocia a cómo generar simulacros realistas que produzcan una respuesta verídica por parte de los brigadistas; no es un secreto que para muchas organizaciones y empleados los simulacros representan una pérdida de tiempo y dinero, luego son actividades de suma importancia relegadas a un segundo plano. Es aquí donde entra el papel de la tecnología de realidad virtual como solución, esto al crear un ambiente realista y a la vez seguro para la práctica de simulacros; adicionalmente, se induce el factor novedoso que se mencionaba anteriormente haciendo mucho más atractivo el asunto para la población en general.

La aplicación de este tipo de tecnología puede tener un impacto positivo al responder frente a un incendio. Como lo expone Fidalgo (1991), la mayoría de las personas nunca se han visto inmersas en situaciones de peligro, luego cuando esto ocurre pueden tomar decisiones que incrementen el factor de peligro tanto para ellas como para los demás. Según un estudio realizado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España, durante los años noventa, se estima que durante el período de impacto frente a una emergencia, el 10 al 25 % de las personas permanecen en calma, estudian el plan de acción y las posibilidades; el 75 % manifiesta conducta desordenada o desconcierto, mientras que otro 10 a 25 % muestra confusión, ansiedad, paralización y en general sintomatología de pánico.

Desarrollo

Dada la incidencia de las situaciones de emergencia en los escenarios productivos, el estudio del fuego es un tema abordado por gobiernos y organizaciones internacionales. La organización estadounidense NFPA (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego) es una de las más importantes dado que ha generado las bases en el conocimiento de los incendios según las cuales muchos gobiernos y organizaciones basan sus planes de acción y prevención frente al fuego. No obstante, en el panorama latinoamericano se presentan varias dificultades en el manejo de esta temática, como se expuso durante la entrevista realizada en 2011 por Verónica Muñoz al ingeniero Jaime Moncada, experto de la NFPA, en la cual se resaltaron estas problemáticas; una de las principales es la copia directa que hacen las organizaciones latinoamericanas de las directrices propuestas por organizaciones de naciones desarrolladas. El problema no radica en las prácticas como tal, sino en que no existe una verdadera asimilación de todos los elementos y las prácticas que componen el manejo y control de incendios.

En la mayoría de los países latinoamericanos se piensa que el problema de los incendios es exclusivo de las naciones desarrolladas como Estados Unidos, sin embargo, en la última década, cinco de los diez incendios con más muertos se presentaron en esta región. Es entonces un buen momento para preguntarse qué se necesita para evitar tan grandes pérdidas, tanto humanas como materiales (Moncada, 2011).

Desafortunadamente en los países latinoamericanos no existe la cultura de la prevención de incendios y mucho

menos se pone énfasis en la importancia del tema, lo que se evidencia en la falta de consolidados y cifras reales asociadas. En el caso de Colombia, el panorama no es más alentador, muchos de los problemas que se ven regionalmente son también realidad en el país, a veces a niveles incluso más preocupantes; reflejo de ello es la poca o inexistente investigación y desarrollo tecnológico del país en la materia.

Durante la última década se han desarrollado varios estudios que demuestran que la aplicación de realidad virtual en diversos ámbitos es benéfica en lo educativo, ya que no solo proporciona espacios de practica realista, sino que además refuerza el trabajo colaborativo y las habilidades de solución de problemas (Gökoğlu y Çakiroğlu, 2019). En el ámbito educativo, los instructores de brigadas de emergencia deben tener en cuenta el entrenamiento de habilidades conductuales, el cual se enfoca, a grandez rasgos, en modelar comportamientos frente a una situación determinada en individuos de cualquier población (Granpeesheh *et al.*, 2015).

Según el estudio realizado por Gökoğlu y Çakiroğlu (2019), enfocado a enseñar comportamientos adecuados en niños frente a situaciones de incendio por medio de realidad virtual, se pudo concluir que las habilidades asociadas a los comportamientos de un individuo en un escenario de incendio se pueden ver afectadas de manera positiva mediante el entrenamiento basado en realidad virtual; incluso se menciona en el estudio como este tipo de prácticas mejoran considerablemente el desempeño de los participantes que fueron expuestos a este tipo de entrenamiento en relación con los que no lo fueron.

Conclusiones

Dar correcta solución a esta problemática puede marcar la diferencia a la hora de enfrentarse a un incendio, luego se aprecia la importancia de generar nuevas alternativas tecnológicas de capacitación práctica que disminuyan los costos de entrenamiento para muchas empresas y permitan mayor accesibilidad a entrenamientos prácticos de control de incendios a organizaciones donde usualmente no se llevan a cabo este tipo de actividades.

A partir de las consideraciones expuestas, un entorno de realidad virtual plantea una respuesta integral a las necesidades del gremio de seguridad en cuanto a materia de incendios refiere, ya que brinda un entorno seguro e interactivo en el cual el brigadista puede practicar y reconocer los lineamientos de comportamiento adecuados al control de incendios; preparándolo así de forma más efectiva frente a una emergencia real y generando un cambio positivo desde la tecnología frente a la conducta en situaciones de incendio.

Bibliografía

- Asociación Nacional de Protección contra el Fuego. (2008). *Manual de protección contra incendios*. MAPFRE.
- Dirección Nacional de Bomberos. (2014, 22 de octubre). *Resolución 0256 de 2014*. Unidad Administrativa Especial.
- Fidalgo, M. (1991). *La conducta humana ante situaciones de emergencia: análisis de proceso en la conducta individual*. NTP 390. https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_390.pdf/967860c0-87f3-4cb8-8421-6e3a8583a941
- Gökoğlu, Ü. y Çakiroğlu, S. (2019, 30 de enero). Development of fire safety behavioral skills via virtual reality. *Comput. Educ.*, 135, 56-68. <https://www.semanticscholar.org/paper/Development-of-fire-safety-behavioral-skills-via-%C3%87ak%C4%B1ro%C4%9Flu-G%C3%B6kogludcf571927f30a6e99a276a657c190f4f640d8180>
- Granpeesheh, D., Tarbox, J., Najdowski, A. y Kornack, J. (2015). *Evidence-based treatment for children with autism*. Center for Autism and Related Disorders.
- Ministerio de Salud. (1979, 5 de febrero). *Ley 9 de 1979, art. 114. Por la cual se dictan medidas sanitarias*. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf
- Moncada, J. A. (2011, septiembre). *Incendios, un problema real en América Latina*. (V. Muñoz, entrevistador). <https://articuloscontraincendio.org/artcls-rflxions-1#d2ccb03c-a319-4a25-be16-9b6ca3736ca5>

- Sherman, W. R. y Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality interface, application, and design*. Morgan Kaufmann Publishers. <http://www.arise.mae.usp.br/wp-content/uploads/2018/03/Understanding-Virtual-Reality-Interface-Application-and-Design-The-Morgan-Kaufmann-Series-in-Computer-Graphics-.pdf>
- Sutherland, I. E. (1965). *The ultimate display*. (pp. 506-509).

Avances de la investigación “Impacto de la implementación de un modelo de aula invertida para el proceso de enseñanza-aprendizaje en el componente básico profesional del programa de Enfermería de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Cundinamarca

Investigadora principal: Adriana Hernández Bustos ⁶¹

Coinvestigador: Diego Orlando Méndez Pineda ⁶²

Coinvestigadora: Esperanza Merchán Hernández ⁶³

Coinvestigadora: Lourdes Rodríguez Guzmán ⁶⁴

Coinvestigadora: Carolina Díaz Jurado ⁶⁵

Coinvestigadora: Adriana Perdomo Martínez ⁶⁶

61 Enfermera. Magíster en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación. Docente ocasional de tiempo completo del programa de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Cundinamarca. Líder del Grupo de Investigación SATTWA “Verdad, Bondad, Realidad, Pureza”. https://orcid.org/0000-0001-8146-5413_ahernandezb@ucundinamarca.edu.co

62 Ingeniero electrónico. Especialista en Educación Ambiental y Desarrollo de la Comunidad. Docente ocasional de tiempo completo, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Cundinamarca. dmendezp@ucundinamarca.edu.co

63 Ingeniera de sistemas. Máster Universitario en Educación y TIC. Docente ocasional de tiempo completo, Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cundinamarca. Líder del Semillero E-LUDEC. https://orcid.org/0000-0002-0088-7604_anaesperanzamerchan@ucundinamarca.edu.co

64 Médico veterinario y zootecnista. Magíster en Educación. Docente ocasional de tiempo completo. lervirarodriguez@ucundinamarca.edu.co

65 Enfermera. Maestrante en Salud Ocupacional y Seguridad Industrial. Docente ocasional de tiempo completo del programa de Enfermería, Universidad de Cundinamarca. Líder del Semillero SIPAV. https://orcid.org/0000-0001-6893-7009_lcdiaz@ucundinamarca.edu.co

66 Enfermera. Maestrante en Salud Ocupacional y Seguridad Industrial. Docente ocasional de tiempo completo, programa de Enfermería, Universidad de Cundinamarca. aperdomo@ucundinamarca.edu.co

Resumen

La implementación de una estrategia pedagógica de aula invertida en los procesos de enseñanza-aprendizaje de dos núcleos temáticos del componente básico profesional de enfermería, permite que se inviertan los lugares y tiempos del desarrollo de las actividades académicas. En el rol de estudiante, este los dirige al trabajo autónomo con tareas previamente preparadas por el docente, es decir, el estudiante inicia el estudio de la temática fuera del aula, lo apropia y asimila en sesión presencial, o en los momentos de confinamiento con asistencia remota al desarrollarse la discusión, en el trabajo colaborativo con el resto de compañeros y el apoyo del profesor y lo profundiza mediante actividades y recursos propuestos por el docente fuera del aula.

En este estudio de investigación, el aula invertida se convierte en la estrategia pedagógica que direcciona un sistema de gestión de aprendizaje a través de la plataforma Moodle con la que cuenta actualmente la Universidad. En el programa de Enfermería, el aula virtual de valoración y semiología y el aula virtual de procedimientos básicos y especiales del cuidado de la persona, se construyen nuevamente con la implementación de un modelo de aula invertida teniendo también como base el Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT).

El programa de Enfermería promueve el aprendizaje activo con la propuesta e implementación de la estrategia de aula invertida mediante el diseño y la construcción de actividades en el aula virtual, recursos educativos digitales propios (videos y juegos) ajustados a las necesidades de los estudiantes, así como la elaboración

de guías de simulación clínica en enfermería, que se han venido evidenciando como productos de la codirección y tutorías de trabajos de pregrado en enfermería e ingeniería de sistemas que contribuyen a la integración de conocimientos entre docentes y estudiantes, lo que recrea un espacio *B-learning* y en el cual se ha requerido de procesos organizacionales de la tecnología como medio para administrar, implementar y mantener la plataforma de gestión del aprendizaje que engloba una diversidad de fuentes que contribuyen al desarrollo del conocimiento.

Palabras claves: proceso enseñanza-aprendizaje, enfermería, aula invertida, aula virtual, Recursos Educativos Digitales (RED), simulación clínica

Abstract

The implementation of an inverted classroom pedagogical strategy in the teaching-learning processes of two thematic nuclei of the basic professional nursing component, allows the places and times of the development of academic activities to be invested, in the student role it directs them to autonomous work with tasks previously prepared by the teacher, that is, the student begins the study of the subject outside the classroom, appropriates and assimilates it in face-to-face session or in these moments of confinement with remote assistance when developing the discussion, collaborative work with the rest of the classmates and teacher support and deepens it through activities and resources proposed by the teacher outside the classroom.

In this research study, the flipped classroom becomes the pedagogical strategy that directs a learning management system through the Moodle platform that the University currently has, in the Nursing program the virtual classroom of assessment and semiology and the virtual classroom of basic and special procedures for caring for the person are built again with the implementation of a flipped classroom model also based on the transmodern digital educational model MEDIT.

The nursing program promotes active learning with the proposal and implementation of the inverted classroom strategy through the design and construction of activities in the virtual classroom, its own digital educational resources (videos and games) adjusted to the needs of our students, the elaboration of clinical simulation guidelines in nursing, which have been evidenced as products of co-direction and tutorials of undergraduate work in nursing and systems engineering that contribute to the integration of knowledge between teachers and students, which recreates a B-learn space and in where it has required organizational processes, technology as a means to manage, implement and maintain the learning management platform that encompasses a diversity of sources that contribute to the development of knowledge.

Keywords: Teaching-learning process, Nursing, Flipped classroom, Virtual classroom, Digital Educational Resources (RED), Clinical simulation.

Introducción

Esta generación del siglo XXI caracterizada por ser innovadora, científica y colaborativa, con un continuo uso de las tecnologías de la información y la comunicación, conducen a la Universidad de Cundinamarca a proyectarse en una visibilidad de impacto mediante la apropiación, gestión y creación del conocimiento. Es así como la Facultad de Ciencias de la Salud, en el programa de Enfermería, y uniéndose al Plan Rectoral, al Plan de Desarrollo y al potencial académico, empieza a plantear un sistema de gestión de conocimiento como materialización de postulados relacionados con la Universidad del siglo XXI, digital y trasmoderna.

Desde el Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT), en la Universidad de Cundinamarca se busca dejar atrás modelos profesionalizantes, transmisores de conocimiento e información, con el fin de enfocarse a formar una persona transhumana, para la vida, los valores democráticos, la civilidad y la libertad. Por tanto, el modelo busca pasar de una educación para el hacer y el trabajo, a una educación para el ser, en la cual el sujeto además de alcanzar su desarrollo personal, se convierta en un agente transformador de su entorno, la sociedad y la naturaleza (Muñoz, 2015).

Así, para el proceso de formación en Enfermería se requiere de un cambio en el proceso de enseñanza-aprendizaje con estrategias de enseñanza innovadoras que combinen la utilización de herramientas informáticas TIC, el uso óptimo del tiempo y la búsqueda de la construcción de conocimientos por parte de los estudiantes a través de procesos creativos, alternativos y orientados a la

investigación que les permita ser críticos, competentes y responsables en el cuidado integral de sus pacientes o usuarios (Morgan, 2014).

Para esta investigación, se referencia la definición propuesta por Sams *et al.* (2014) para definir el aula invertida como un formato educativo híbrido en el que la instrucción directa pasa de la dimensión de aprendizaje en grupo a la dimensión de aprendizaje individual, y el espacio de aprendizaje en grupo resultante se transforma en un entorno de aprendizaje dinámico e interactivo.

Desarrollo

Para llegar a la evaluación del impacto de la implementación de la estrategia de aula invertida y la identificación del efecto en los procesos de enseñanza-aprendizaje de estudiantes y docentes del componente básico profesional, se inició con el planteamiento de la propuesta e implementación del modelo de aula invertida para los núcleos temáticos de valoración y semiología y procedimientos básicos y especiales del cuidado a la persona, a través de la plataforma de Moodle, con el diseño de actividades y disposición de recursos educativos digitales.

Se realizó el diseño y desarrollo de un RED “Juego valoración” para aplicación móvil y disponible en aula virtual para el núcleo temático de valoración y semiología, y actualmente se encuentra en diseño un RED “Exámenes de laboratorio por punción venosa”.

Figura 3. *Diseño de casos de estudio 1.*



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Diseño de casos de estudio 2.



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Manuales.



Fuente: elaboración propia.

Diseño de 15 guiones y desarrollo de grabación de videos para el núcleo temático de procedimientos básicos y especiales, y valoración y semiología.

Diseño de 15 guías de simulación que estarán disponibles en el aula virtual del laboratorio de simulación de Enfermería.

Figura 6. Aula virtual laboratorio de simulación.



Fuente: actividades de investigación.

Figura 7. Temáticas contrato F-OCS 305 de 2019.

TEMÁTICAS CONTRATO F-OCS 305 DE 2019		TOMAS AÉREAS	DURACIÓN ESTIMADA VIDEO (MINUTOS)	TIEMPO ESTIMADO DE GRABACIÓN (DÍA)
SESIÓN DE VIDEO	SESIÓN FOTOGRAFICA			
Guion postura de guantes	GUIA POSTURA DE GUANTES	NO	2:00	8:30
Guion de bioseguridad - Tomas aéreas	GUIA PRACTICA COMPONENTE MOTOR	SI	2:00	
Guion lavado de manos	GUIA CURACION DE HERIDAS	NO	2:00	
Guion Venopuncion	GUIA VENOPUNCION	NO	2:30	
Guion intubacion gastrica	GUIA INTUBACION GASTRICA	NO	10:00	
Guion Administración de medicamento por vía intradérmica	CUIDADO DE ENFERMERA EN LA ADMINISTRACION DE MEDICAMENTOS_ VA INTRADERMICA	NO	2:00	12:00
Guion Administracion de medicamento via intramuscular	CUIDADO DE ENFERMERA EN LA ADMINISTRACION DE MEDICAMENTOS_ VA INTRAMUSCULAR	NO	2:30	14:30
Guion Administración de medicamentos por vía subcutánea	CUIDADO DE ENFERMERA EN LA ADMINISTRACION DE MEDICAMENTOS VA SUBCUTANEA	NO	2:00	
GUION TOMA TENSION ARTERIAL	GUIA PRACTICA PATRON CARDIOVASCULAR	NO	10:00	
Guion toma de muestras sangre venosa	GUIA TOMA DE MUESTRAS	NO	5:00	15:00
GUION TOMA DE PULSO ARTERIAL	GUIA PRACTICA SIGNOS VITALES	NO	5:00	
GUION TOMA DE TEMPERATURA	GUIA PRACTICA COMPONENTE RESPIRATORIO	NO	5:00	
Guion cateterismo vesical	GUIA CATETERISMO VESICAL	NO	2:30	10:30
Guion TOMA DE GLUCOMETRIA	GUIA PRACTICA ELIMINACION INTESITNAL	NO	2:00	
Guion simpad	GUIA PRACTICA ELIMINACION URINARIO	NO	6:00	

Fuente: actividades de investigación.

A partir de este macroproyecto se creó el Semillero de Investigación SIPAV “Simulación, Investigación, Pedagogías, Aulas Virtuales” con el objetivo de promover la integración de las TIC en la docencia y en la investigación, desde la puesta en marcha de lineamientos pedagógicos en las aulas virtuales, en ambientes de simulación y con el enriquecimiento de objetos virtuales de aprendizaje.

Trabajos de pregrado de Enfermería e Ingeniería de Sistemas en modalidad de monografía y auxiliar de investigación finalizados:

- “Validación de contenido para un recurso educativo digital del programa de Enfermería de la Universidad de Cundinamarca, seccional Girardot, primera fase”.

- “Desarrollo de un juego educativo para el autoaprendizaje

del estudiante de Enfermería en la valoración del patrón cognoscitivo perceptual”.

- “Satisfacción de los estudiantes de Enfermería de IV a X semestre de la Universidad de Cundinamarca frente al uso de la simulación clínica como estrategia pedagógica”

Trabajos de pregrado en curso:

- “Guías y videos de simulación clínica como herramienta innovadora para el aprendizaje autónomo de los estudiantes de Enfermería, de núcleos temáticos Valoración y semiología, y Procedimientos básicos y específicos del cuidado de la persona”.

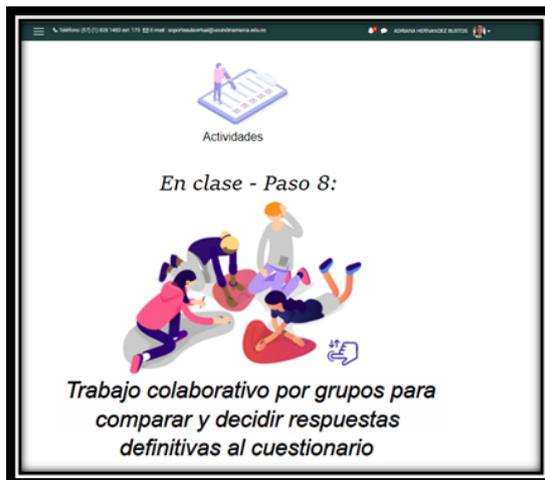
- “Efecto de la utilización de diferentes herramientas de la plataforma Moodle en el apoyo al aprendizaje, la valoración del patrón cognoscitivo perceptual y en la toma e interpretación de laboratorios en los estudiantes de Valoración y semiología y Procedimientos básicos”.

Figura 8. *Preclase - Paso 5.*



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. *En clase - Paso 8.*



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Flipped classroom Valoración y semiología.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Nombre completo del usuario	Contexto del evento	Archivo: Act 1 GUIA N° 1	Archivo: Act 2 GUIA N° 2	Archivo: GUIA N° 3	Archivo: A4 23F Guia N°4	Archivo: A5 2P Guia N° 5	Nombre evento					
4			1	1	4	7	4	Módulo de curso creado					
5			1	2	4	3	7						
6			1	7	8	1	8						
7			1	7	6	7	2						
8			0	0	0	0	2						
9			0	0	1	1	5						
10			1	3	4	4	3						
11			0	0	2	0	1						
12			1	3	3	1	4						
13			0	4	1	2	1						

Fuente: elaboración propia.

Presentación de las ponencias en eventos nacionales e internacionales:

- “Experiencias exitosas de enseñanza y aprendizaje en el aula invertida”.
- “La simulación clínica como estrategia pedagógica en el cuidado de la salud”.
- “Taller de importancia de prácticas seguras y humanización a través de la simulación clínica”.
- “Experiencia de formación y aprendizaje en los estudiantes de procedimientos básicos mediados por simulación clínica”.
- “Diseño e implementación de objetos virtuales de aprendizaje basados en registro gráfico, como apoyo de las prácticas simuladas en el laboratorio del programa de Enfermería de la Universidad de Cundinamarca”.
- “Satisfacción en los estudiantes de Enfermería de IV semestre de la Universidad de Cundinamarca frente al uso de la simulación clínica como estrategia pedagógica”.

En el momento el grupo de investigación se encuentra en la identificación de las actitudes de docentes y estudiantes frente a la estrategia de aula invertida y en la construcción de tres artículos de investigación para ser presentados a revistas indexadas, que serán fortalecidos a partir del análisis de los resultados que aportará el personal académico cuando sea contratado por la Universidad.

Conclusiones

El compromiso de todos los investigadores es fundamental para tener un buen desarrollo de la estrategia de aula invertida, ya que el factor humano en la construcción de materiales en equipo permite la optimización del tiempo al igual que el aporte de la tecnología.

Es importante la dedicación suficiente de tiempo a la construcción de recursos gráficos que hagan atractiva para el estudiante el aula virtual donde acceden a actividades y recursos, como materiales de revisión fuera del aula de clase.

La adaptación de los estudiantes al modelo se llevó aproximadamente durante 2 meses con acompañamiento continuo de los docentes para la resolución continua de dudas del estudiante en relación con la estrategia.

En el modelo de aula invertida es importante apropiarse y desarrollar el seguimiento de las herramientas con las que cuenta el aula virtual como registros, informes de acceso, de participación en el curso de los estudiantes, libro de calificaciones, temporizaciones de acceso a las actividades y recursos.

La percepción de la comunidad frente al recurso de simulación fue positiva, lo cual redundó en el impacto positivo del aula.

La estrategia pedagógica de aula invertida cuenta con una importante versatilidad para poder adaptar recursos y técnicas didácticas de acuerdo con la naturaleza del tema.

Bibliografía

- Díaz, O. L. (2014). Prácticas innovadoras de enseñanza con mediación TIC que generan ambientes creativos de aprendizaje. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 4(43), 147-160.
- Espilco, C. y Serafina, E. (2017). *Estrategias de enseñanza y su relación con los aprendizajes de los estudiantes de la carrera de Enfermería de la Universidad Sergio Bernal, sede Cañete*.
- Muñoz Barrera, A. (2015). *Plan de Desarrollo 2020- 2023 UCundinamarca*. <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/noticias-plan-de-desarrollo>
- Presti, C. R. (2016). The flipped learning approach in nursing education: a literature review. *Journal of Nursing Education*, 55(5), 252-257. <https://search-proquest-com.proxy.unisanitas.edu.co/docview/1786574127?accountid=148996>
- Sabater Mateu, M., Curto, J. J., Rourera, A., Olivé Ferrer, M. C., Costa Abos, S., Castillo-Ibáñez, S. y Del Pino Gutiérrez, A. (2017). Aula invertida: experiencia en el grado de Enfermería. *RIDU: Revista d'Innovació Docent Universitària*, 9, 115-123.
- Vidal Ledo, M., Rivera Michelena, N., Nolla Cao, N., Morales Suárez, I. y Vialart Vidal, M. N. (2016). Aula invertida, nueva estrategia didáctica. *Educación Médica Superior*, 30(3), 678-688. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttextypid=S0864-21412016000300020ylnng=esytlnng=es.

Utilización de mutantes naturales en la selección de líneas promisorias de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo voluble para el Sumapaz

Use of natural mutants in the selection of materials of snaps beans (*Phaseolus vulgaris* L.) voluble type for Sumapaz

Álvaro Celis Forero¹

Laura Rocío Fonseca Hernández²

Alba Gissela Fajardo Ortiz³

¹ I. A, M. C., Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Colombia. <http://orcid.org//0000-0003-4101-1550>, acelis@ucundinamarca.edu.co

² I. A., Mg. Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-0742-4485>, lrfonseca@ucundinamarca.edu.co

³ I. A., M. C., Ph. D. Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Colombia. <https://orcid.org//.0000-0002-8193-7780>, agfajardo@ucundinamarca.edu.co

Resumen

En 2015 en un proceso de purificación de líneas de habichuela (*P. vulgaris* L.) tipo voluble tolerantes a antracnosis suministradas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), al iniciar un proceso de evaluación y selección para la obtención de variedades para la región del Sumapaz, en una de las líneas llamada LE-140, se detectó una mutación natural tipo quimera que consistía en la aparición de tallos con flores moradas, vainas moradas y semillas negras en una planta que normalmente posee flores blancas, vainas verdes y semillas crema. Realizada la selección, se sembraron semillas individuales y de ellas se obtuvieron una gama de líneas con características que presentaban flores moradas y flores blancas; vainas verdes, verdes con morado y moradas; y semillas blancas, crema, café, vino tinto y moradas. Para la selección se manejó primero el método de Pedigree en las generaciones M2 y M3, y luego se establecieron selecciones masales. Como resultado de este proceso, se obtuvieron 27 líneas puras de habichuela con características importantes como color de semilla, longitud de vaina y tolerancia a enfermedades. Estas líneas se siguen evaluando, seleccionando y multiplicando con el propósito de obtener un nuevo cultivar de habichuela con buenas características de calidad que se adapten al mercado.

Palabras claves: genotipos, quimeras, Pedigree, selección masal y cultivar.

Abstract

In 2015, tolerant lines of Snaps beans (*P. vulgaris* L.) of the voluble type were received from the International Center for Tropical Agriculture (CIAT) to initiate an evaluation and selection process to obtain varieties for the Sumapaz region. In the LE 140 line, a natural chimera-type mutation was detected that consisted of the appearance of branches with purple flowers, purple pods and black seeds within a plant that normally has white flowers, green pods and cream seeds. The selection was made and individual seeds were sown and from them a range of characteristics were obtained where purple flowers and white flowers were presented; green pods, green with purple and purple; white, cream, coffee, red wine and purple seeds. Selections were made and managed by the Pedigree method in generations M2 and M3 and later mass selections were established. As a result of this process, 27 pure bean lines were obtained with interesting characteristics such as seed color, pod length and tolerance to diseases. These lines continue to be evaluated, selected and multiplied in order to obtain a new cultivar of beans with better quality characteristics.

Keywords: Genotypes, Chimeras, Pedigree, Mass selection and cultivate

Introducción

La humanidad depende, directa o indirectamente de las plantas para su alimentación, ya que todos sus alimentos son vegetales o se derivan de estos. Además se obtienen de las plantas la mayoría de las fibras textiles, fármacos, combustibles, lubricantes y materiales de construcción. Desde 1960 se han liberado en todo el mundo más de 3200 variedades derivadas directamente como mutantes, o a partir de cruces con mutantes. En muchas variedades derivadas por mutación, las características cambiadas han resultado en un efecto sinérgico, mejorando la calidad y el valor agronómico. Muchos mutantes han tenido un impacto internacional por el incremento del rendimiento y la calidad en cultivos propagados por semilla (Celis et al., 2017).

La mutación se define como el cambio en el material genético, así como el proceso por el cual sucede dicho cambio, ya que un organismo que presenta un nuevo fenotipo es el resultado de una mutación. El mismo autor consigna que el término mutación se refiere a cualquier cambio repentino y hereditario en el que el genotipo de un organismo no puede explicarse por la recombinación de la variabilidad genética preexistente (Gardner, 2007).

La utilización de mutaciones se empezó desde el decenio de 1930 con el fin de acelerar el proceso de desarrollo y selección de nuevos rasgos agronómicos valiosos. La mejora por inducción de mutaciones utiliza la propia estructura genética de la planta, imitando el proceso

natural de la mutación espontánea. El proceso de mutación genera variaciones genéticas aleatorias, que dan lugar a plantas mutantes con rasgos nuevos y útiles. Las mutaciones son fuente de variabilidad genética en los organismos. La variabilidad causada por las mutaciones inducidas no es esencialmente diferente de la causada por las mutaciones espontáneas durante la evolución. El uso directo de las mutaciones es una herramienta muy valiosa para el mejoramiento de plantas, particularmente cuando se desea mejorar uno o dos caracteres fácilmente identificables en una variedad bien adaptada (Novak y Brunner, 1992). Las mutaciones naturales se presentan en bajas tasas y el incremento de mutantes se puede realizar mediante el uso de mutágenos tanto físicos como químicos. Entre los agentes físicos destacan los rayos X, rayos gamma, cobalto radiactivo, radioisótopos, las radiaciones cósmicas, radiaciones ultravioletas, neutrones, partículas alfa y beta, etc. Entre los agentes químicos está el gas mostaza, la colchicina, el etil metil sulfonato y la azida de sodio (Porta y Jiménez, 2018).

En el caso de los cultivos autopolinizados que se diseminan por semillas, la mejora por inducción de mutaciones se basa en la autofecundación o autopolinización de los mutantes hasta que el carácter deseado inducido se expresa de forma estable en las generaciones mutantes avanzadas. A menudo, es preciso efectuar retrocruzamientos con el genotipo original no mutado (parte de la secuencia de ADN de una célula que determina su característica específica), a fin de mantener los rasgos favorables. En la fase de inducción de mutaciones, los investigadores trataron de obtener variaciones genéticas de importancia desde el punto de vista económico, y el principal problema que se presentó fue que cuando se aumentaba la dosis de irradiación, incrementaba el daño de la planta, por tal

situación los científicos buscaron nuevos métodos de tratamiento por radiaciones y agentes químicos para obtener mutantes potencialmente superiores (Novak y Brunner, 1992).

En el mundo con cierta regularidad se producen mutaciones, son cambios permanentes en la secuencia del ADN y han sido fuentes primarias de la diversidad genética de la vida en la Tierra. Estas pueden ser espontáneas o inducidas; las espontáneas ocurren en todos los organismos vivos, las inducidas en cambio son empleadas en programas controlados para el mejoramiento genético de especies vegetales (Sariol, 2014). La variabilidad causada por las mutaciones inducidas no es esencialmente diferente a la causada por las mutaciones espontáneas durante la evolución. El uso directo de las mutaciones son una herramienta muy valiosa para el mejoramiento de plantas, particularmente cuando se desea mejorar uno o dos caracteres fácilmente identificables de una variedad bien adaptada (Suárez, 2006).

Las técnicas de mejoramiento genético convencional en *Phaseolus vulgaris* L. resultan difíciles, debido al ligamiento genético y a las barreras de hibridación sexual (Veltcheva et al., 2005; McClean et al., 2008). Como una alternativa para complementar los métodos de cruzamiento tradicional, se ha empleado la inducción de mutaciones a través de mutágenos físicos y químicos. En los químicos se emplean agentes alquilantes, como el etilmetanosulfonato (EMS), bromuro de etidio, colchicina y análogos de bases como el bromo uracilo (Mba, 2013). Por su parte, los físicos incluyen las radiaciones gamma, los rayos X, la luz ultravioleta y la radiación de partículas incluyendo neutrones rápidos y térmicos, así como partículas beta y alfa. Dentro de estos últimos la radiación gamma es la más utilizada, debido a su aplicación sencilla,

penetración elevada en el tejido, reproducibilidad y alta frecuencia de mutación; de ahí que se han empleado con éxito en los programas de fitomejoramiento de muchas especies de plantas (Hasbullah et al., 2012).

En el estudio realizado por Granados (1966), en fríjol irradiado en segunda generación (M2) indica que los rendimientos que se obtienen en los genotipos irradiados son mayores con respecto a sus testigos. Sandoval (1987) confirmó en otra investigación que los mejores resultados los presentan las semillas irradiadas con respecto a las variedades originales y que los resultados de rendimiento se ven influidos por la competencia inter e intra específica.

En Vicosá (Minas Gerais, Brasil), Guimarães et al. (1989) evaluaron 11 mutantes del color de la testa inducidos por MSE en fríjol variación progenitora Milionario 1732 y en una versión de ella Milionario Mulatinho 2104, la cual se sometió a 5 generaciones de retrocruzamientos por color habano de la testa. Las diferencias en la capacidad de rendimiento entre los 5 mutantes y la variación original y entre los 6 mutantes y MM 2104 no fueron significativas. Sin embargo, un mutante, también con testa color habano, presentó rendimientos significativamente (P menor que 0,05) mayores que MM 2104. La evaluación de las líneas mutantes inducidas y de la variación testigo por otros caracteres indicó que los cambios globales inducidos por MSE en los mutantes de alto rendimiento fueron similares a los introducidos mediante el método de retrocruzamiento convencional.

Fernández et al. (2017) evaluaron los componentes fenológicos, morfológicos y agronómicos de líneas

mutantes promisorias de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en su séptima generación, en la búsqueda de nuevos genotipos. Las 26 líneas utilizadas provienen de un proceso en el que fueron sometidas a irradiación gamma para crear un cambio molecular, utilizando una sola variedad que fue “sangre de toro”, por lo que se derivan de un tipo particular, pero hasta esta etapa se comportaron de una manera diferente.

Desarrollo

El proyecto se está desarrollando en el centro de estudios agroambientales La Esperanza, ubicada en la vereda Guavio Bajo del municipio de Fusagasugá (Cundinamarca), con el fin de seleccionar líneas y purificar líneas derivadas de una línea mutante semilla negra derivada de Hav 140, línea entregada por el CIAT.

Manejo generación M1

La autofecundación de plantas quiméricas M1 produce plantas no quiméricas M2. Se guardan las semillas y se puede crear una librería que puede ser investigada durante años. Debido a que las mutaciones son inducidas al azar a lo largo del genoma, cada línea mutante portará mutaciones distintas.

Cambios en la generación M2

En esta generación aparecen las mutaciones de diferentes tipos, que son identificadas por su distinto fenotipo en algunas o más características en relación con el testigo. El color de la vaina es otro cambio estimado de mutación morfológica en la M2, las plantas diferían de color verde normal a un color marrón, pero se estableció que provenían de una misma planta.

Generación M3

En esta generación se llevaron las plantas por el método de Pedigree y se volvieron a seleccionar por color de la flor, color de la vaina y color de la semilla. Se realizaron selecciones individuales de planta y el resto se cosechó en masa. En campo se seleccionaron plantas con flor morada, plantas con flor blanca y plantas con los dos tipos de flores, las plantas se cosecharon individualmente y se marcaran de 1 hasta el número de plantas cosechadas. Con esta semilla se sembrará otro ciclo en el cual se utilizará la mitad de la semilla y el resto se guardará como reserva.

El objetivo es purificar y aumentar la semilla de las líneas mutantes hasta obtener líneas homogéneas que presenten tolerancia a plagas, tolerancia a enfermedades y con buenas características agronómicas especialmente calidad de vaina y presencia de antioxidantes En la Tabla 1 se presentan las líneas mutantes con sus características y las estrategias de selección que se están siguiendo en el proceso de mejoramiento.

Tabla 1. Líneas mutantes derivadas de una selección de línea mutante negra de LE 140, 2019.

#	Familia y Pedigree	Vigor	Color flor	Color vaina	Calidad Vaina	Estrategia de manejo
1	Negro 1 M1-M2-1-12	8	Morada	Moradas	Buena	Selección individual
2	Negro 2 M1-M2-2-7	8	Morada	Moradas	Buena	Selección individual
3	Negro 2 M1-M2-2-12	8	Morada	Moradas	Buena	Selección individual
4	Negro 3 M1-M2-3-10	7	Morada	Moradas	Buena	Selección individual
5	Negro 4 M1-M2-4-1	8	Morada	Moradas	Buena	Selección individual
6	Negro4 M1-M2-4-11	8	Morada	Verdes	Buena	Selección individual
7	Vinotinto 1 M1-M2-5-1	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
8	Vinotinto 1 M1-M2-5-7	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
9	Vinotinto 1 M1-M2-5-8	8	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
10	Vinotinto 2 M1-M2-6-2	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
11	Vinotinto 2 M1-M2-6-5	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
12	Café 1 M1-M2-7-2	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
13	Café 1 M1-M2-7-3	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
14	Café 1 M1-M2-7-4	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
15	Café 1 M1-M2-7-5	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
16	Café 1 M1-M2-7-6	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
17	Café 1 M1-M2-7-7	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
18	Café 1 M1-M2-8-1	8	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
19	Gris 1 M1-M2-9-1	8	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk

20	Gris 1 M1-M2-10-11	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
21	Gris 1 M1-M2-10-12	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
22	Blanco 1 M1-M2-12-3	8	Blanca	Moradas	Buena	Selección individual y Bulk
23	Blanco 1 M1-M2-12-10	8	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
24	Blanco 2 M1-M2-13-2	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
25	Blanco 2 M1-M2-13-6	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
26	Blanco 2 M1-M2-13-9	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk
27	Blanco 2 M1-M2-13-13	9	Blanca	Verdes	Buena	Selección individual y Bulk

Las líneas puras y con buenas características se someterán inicialmente a ensayos de rendimiento teniendo como comparación los cultivares comerciales Blue Lake, Unapal Milenio, Udec-Esperanza y Udec-Sumapaz. Las líneas sobresalientes que presenten las mejores características se someterán a pruebas regionales en por lo menos cinco localidades y dos ciclos de siembra, para confirmar su adaptación, buenas características agronómicas, tolerancia a enfermedades y calidad de vaina. De los genotipos seleccionados se someterán a las Pruebas de Adaptación Agronómica (PEA) con la supervisión del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y las que sean aceptadas por este ente de supervisión, se inscribirán como variedades mejoradas como producto de investigación de la Universidad y de los Grupos Fitomejoramiento y Biotecnología de Cultivos del Sumapaz (FBCS) y Prosafis.

Conclusiones

De una mutación espontánea que se encontró en una línea promisoría, se seleccionaron y se están multiplicando 27 líneas de habichuela tipo voluble y de las cuales se pueden obtener posteriormente cultivares que puedan tener características para su producción, por una mejor calidad de vaina y otras por el color de semilla negro que puede ser de interés para la alimentación por el contenido de antioxidantes.

Bibliografía

Celis, A., Fonseca, L. y Ariza, C. A. (2017). Selección de materiales mutantes de habichuela voluble (*Phaseolus vulgaris*) en la granja La Esperanza. <https://www.ucundinamarca.edu.co/investigacion/index.php/component/content/article/107-patentes/192-seleccion-de-materiales-mutantes-de-habichuela-voluble-phaseolus-vulgaris-en-la-granja-la-esperanza?Itemid=437>

Fernández, O. J., Alejo, M. H., Artiga, D. A. y Orellana, M. A. (2017). Caracteres fenológicos, morfológicos y agronómicos de 26 líneas mutantes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en su séptima generación en la búsqueda de genotipos promisorios a potencial de rendimiento, El Salvador. *Revista Agrociencia*. Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador.

Gardner, E. J. (2007). *Principios de genética*. Limusa.

Granados, R. (1966). *Efecto de la irradiación gamma en frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Tesis, Universidad de El Salvador.

Guimaraes, M. A., Barbosa, H. M., Vieira, C. y Sedyama, C. S. (1989). Agronomic potential of seed coat color mutants induced in *Phaseolus vulgaris* L. *Revista Brasileira de Genética*, 12(1), 93-101.

Hasbullah, N. A., Taha, R. M., Saleh, A. y Mohamed, N. (2012). Physiological responses of callus from *Gerbera jamesonii* Bolus Ex. Hook f. to gamma irradiation. *Braz Arch Biol Technol.*, 55, 411-416. <http://doi.org/10.1590/S1516-89132012000300012>

MBA, C. (2013). Induced mutations unleash the potentials of plant genetic resources for food and agriculture. *Agronomy*, 3, 200-231. <http://doi.org/10.3390/agronomy3010200>

Novak, F. y Brunner, H. (1992). *Tecnología de mutación inducida para el mejoramiento de los cultivos*. Boletín del OIEA. <http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull344/Spanish/3440568253.es.pdf>

Porta, C. R. y Jiménez, J. E. (2018). Efectos de agentes mutagénicos en la germinación de semillas de agua y manto. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 231-238. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uiZGuzoEdNUJ:www.scielo.org.co/pdf/bio/v37n3/0120-4157-bio-37-03-00378.pdf+ycd=9yhl=es-419yct=clnkygl=co>

Sandoval, H. N. (1987). *Selección de líneas con alto potencial de rendimiento en dos variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) mutagenizadas con rayos gamma Co60*. Tesis, Universidad de San Carlos, Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1021.pdf

Sariol, J. (2014). *Mutantes cubanos: dialéctica de las alternativas*.

Suárez, E. (2006). *Mejoramiento genético mediante inducción de mutaciones*. Instituto de Investigaciones del Arroz, La Habana (Cuba). [http://agr.unne.edu.ar/fao/Cubappt/5MEJORAMIENTO %20 %20MUTACIONES %20 -Crestelo.pdf](http://agr.unne.edu.ar/fao/Cubappt/5MEJORAMIENTO%20%20MUTACIONES%20-Crestelo.pdf)

Tulmann, A., Ando, A. y Menten, O. M. (1979). *Obtención de líneas mejoradas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) como primer paso de los estudios sobre inducción de mutaciones*. Energía Nuclear y Agricultura.

Veltcheva, M. D, Svetleva, S. P, Petkova, A. y Pearl, A. (2005). In vitro regeneration and genetic transformation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) -problems and progress. *Sci Hortic.*, 107, 2-10. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.07.005>

Agrociencia: pasado, presente y futuro

Liz Karen Ruiz Bohórquez¹

Daniel Cubillos Pedraza²

¹ Ingeniera agrónoma con maestría en Ciencias Biológicas, énfasis en Botánica Sistemática Vegetal, Universidad de Los Andes. Docente con experiencia académica profesional e investigativa en el área de Botánica, Taxonomía Vegetal y ciencias afines. Coordinadora de proyectos de investigación cofinanciados con Colciencias. Conferencista nacional e internacional en Botánica y ciencias afines. Especialista en la familia Leguminosae y subfamilia Papilionoideae de Colombia. Investigadora júnior de Colciencias y líder de investigación del Grupo Agrociencia, Universidad de Cundinamarca, extensión Facatativá. lkruiz@ucundinamarca.edu.co

² Microbiólogo agrícola y veterinario. Magíster en Desarrollo Rural, con experiencia en manejo de problemas fitosanitarios en campo y poscosecha en empresas agrícolas de Colombia y Alemania. Docente universitario en los programas de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Ambiental en las áreas de: investigación, microbiología, fitopatología, control biológico, bioquímica, investigación, clínica de plantas y biotecnología. Con experiencia adicional en investigación con publicaciones en las áreas ambiental, biotecnología y producción agrícola. Apoya y desarrolla procesos académicos de acreditación en alta calidad, autoevaluación y extensión universitaria, entre otros. ddcubillos@ucundinamarca.edu.co

Resumen

La Dirección de Investigación de la Universidad de Cundinamarca brindó en 2019 la oportunidad de participar en el diplomado “Creación y gestión de capacidades para grupos de investigación” a los líderes de los grupos de investigación de la institución, ofertado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, con intensidad de 120 horas. Durante el espacio académico se hizo una revisión detallada del estado actual de los grupos de investigación de la Universidad. Con base en los aprendizajes adquiridos, se hizo una actualización e incorporó nueva información que incluyó antecedentes, planeación estratégica del grupo, áreas temáticas y líneas de investigación y semilleros, articulación y pertinencia, apropiación local y territorial, indicadores de medición, productividad interna grupal e individual, formulación de estrategias de difusión y divulgación, articulación en comunidades, mecanismos y fuentes recursos, estrategia de creación de semilleros, mecanismos de articulación, plan de acción, apropiación y desarrollo capital intelectual, e inclusión de la innovación en la gestión de la investigación. En el proceso se ingresó al Sistema Institucional de Solicitudes de la UCundinamarca para pedir el diseño de una imagen fresca para el grupo. Actualmente el grupo cuenta con un logo que incluye las líneas y los semilleros e información renovada, acorde al Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT).

Palabras clave: agrociencia, actualidad, renovación, MEDIT

Abstract

The Research Directorate of the Universidad de Cundinamarca in 2019 provided the opportunity to participate in the diplomat "Creación y gestión de capacidades para grupos de investigación", offered by the Universidad Nacional of Colombia in Bogotá, with an intensity of 120 hours. During the academic period, a detailed review of the current state of the University's research groups was made. Based on the learning acquired, an update was made and new information was incorporated that included antecedents, strategic planning of the group, thematic areas and lines of research and seedbeds, articulation and relevance, local and territorial appropriation, measurement indicators, group and individual internal productivity, formulation of dissemination and dissemination strategies, articulation in communities, mechanisms and sources of resources, strategy for creating seedbeds, articulation mechanisms, action plan, appropriation and intellectual capital development, inclusion of innovation in research management. Within the process a request to the Sistema Institucional de Solicitudes de la UCundinamarca was entered to ask a design of a fresh image for the group. Currently the group has a logo that includes the lines, seedbeds and renewed information, according to the Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT).

Keywords: Agrociencia, Actuality, Renewal, MEDIT

Introducción

La Universidad de Cundinamarca en los últimos años ha estado en un proceso de transición, el cual ha llevado a la institución a una transformación sin precedentes. El estudio prospectivo y estratégico “Disoñando la Universidad que queremos 2016-2026” ha sido un análisis del futuro de la Universidad de Cundinamarca que ha permitido hacer una visión de esta, en los próximos 10 años y ha tenido como objetivo identificar las estrategias específicas para cumplir ese gran sueño (Plan Estratégico, 2020).

A partir de la aprobación del Plan Estratégico, la Universidad ha tomado decisiones para generar cambios estructurales que han permitido una nueva forma de ser y hacer con el fin de iniciar la construcción del futuro aquí en el presente, por lo cual se debe actuar hoy para construir el futuro del mañana. El presente que se vive es producto de las acciones que se tomaron hace una o dos décadas atrás (Plan Estratégico, 2020).

En este contexto, la Dirección de Investigación de la Universidad de Cundinamarca brindó en 2019 la oportunidad de participar en el diplomado “Creación y gestión de capacidades para grupos de investigación” a los líderes de los grupos de investigación de la institución, el cual fue ofertado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, con una intensidad de 120 horas.

En las instalaciones de la extensión Chía se llevaron a cabo las sesiones para aprender estrategias específicas

sobre el fortalecimiento de los grupos de investigación. En ese espacio académico se hizo una revisión detallada sobre el estado actual de los grupos de investigación de la Universidad y se explicó cómo, a través de estrategias, se podrían obtener mejores resultados. Con base en los aprendizajes adquiridos, se hizo una actualización y se incorporó nueva información que incluyó antecedentes, planeación estratégica del grupo, áreas temáticas y líneas de investigación y semilleros, articulación y pertinencia, apropiación local y territorial, indicadores de medición, productividad interna grupal e individual, formulación de estrategias de difusión y divulgación, articulación en comunidades, mecanismos y fuentes recursos, estrategia de creación de semilleros, mecanismos de articulación, plan de acción, apropiación y desarrollo de capital intelectual, e inclusión de la innovación en la gestión de la investigación.

En el proceso se ingresó al Sistema Institucional de Solicitudes de la UCundinamarca para pedir el diseño de una imagen fresca para el grupo. Actualmente el grupo cuenta con un logo que incluye las líneas y los semilleros e información renovada, acorde al Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT). Agrociencia está vinculado al programa de Ingeniería Agronómica (de Facatativá) y tiene tres líneas de investigación: 1. Microbiología Agrícola; 2. Manejo Integrado de Cultivos y 3. Taxonomía, botánica y ciencias afines, las cuales asocian cuatro semilleros: 1. Microbiología, asociado a la línea de Microbiología Agrícola; 2. SIMIC, asociado a la línea de Manejo Integrado de Cultivos; 3. ProAgro, asociado a la línea de Manejo Integrado de Cultivos y 4. Phytofilos, asociado a la línea de Taxonomía, Botánica y Ciencias Afines.

A través de estos espacios académico-científicos se han presentado seis proyectos que cuentan con financiación interna y externa. Agrociencia participó en la II Convocatoria de Proyectos Conjuntos entre la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, y la Universidad de Cundinamarca, y continúa formulando a través de los Proyectos Integrados de Semestre nuevas investigaciones que han sido la base de trabajos de grado, artículos científicos y semilleros.

Desarrollo

Durante el espacio académico se hizo una revisión detallada del estado actual de los grupos de investigación de la Universidad. A través de este espacio, se actualizó la información del grupo desde los antecedentes hasta las estrategias para desarrollar y formular proyectos de investigación. En 2012 se creó el Grupo de Investigación Agrociencia, a partir de las experiencias de producción de los estudiantes y docentes del programa de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Cundinamarca, extensión Facatativá.

A partir de los encuentros de clase, se vinculan nuevos espacios de intercambio académico para generar proyectos que planteen posibles soluciones a los problemas del sector agrícola. Los primeros productos fueron trabajos de grado para optar al título de ingeniero agrónomo. Actualmente los integrantes del grupo plantean propuestas que integren los Objetivos de Desarrollo Sostenible en tres líneas: Manejo Integrado de Cultivos; Microbiología Agrícola y

Botánica, Taxonomía y Ciencias Afines. La visión y misión del grupo de reformó con base en el Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT).

El plan de trabajo se desarrolló con los siguientes objetivos: promover la investigación y la divulgación del conocimiento científico en tres líneas: Manejo Integrado de Cultivos, Microbiología Agrícola y Botánica, y Taxonomía y Ciencias afines; proponer y desarrollar proyectos de investigación encaminados a resolver los Objetivos de Desarrollo Sostenible; y generar estrategias de investigación y de transferencia de resultados que relacionan la Universidad, los productores y el sector comercial.

El objetivo general se planteó como contribuir al conocimiento y desarrollo productivo y sostenible de diversos cultivos de la Sabana de Bogotá mediante la aplicación de programas de Manejo Integrado de Cultivos, Microbiología y Botánica, y Taxonomía y Ciencias Afines.

Y los objetivos específicos fueron: proponer y desarrollar proyectos de investigación que apunten a los ODS, promover la investigación agrícola en la formación de los estudiantes de la Universidad de Cundinamarca de manera interdisciplinaria por medio de semilleros de investigación, hacer reconocimientos de las prácticas de producción de cultivos de la Sabana de Bogotá y profundizar en el conocimiento de los agentes bióticos o abióticos que alteran la producción de cultivos.

Como parte del reto para el grupo se planteó que Agrociencia integrará en su quehacer el MEDIT (2018), y así

responder a la formación de profesionales, emprendedores e innovadores con capacidades y conocimientos de los sistemas de producción agrícola sostenible en el contexto de la ruralidad y el territorio, y de las problemáticas regionales, nacionales e internacionales. Adicionalmente, será un grupo con reconocimiento nacional a través de proyectos de investigación científica aplicada para el sector agrícola que permitan el desarrollo de estrategias de manejo integrado para solucionar problemáticas del sector productivo y promover la transferencia y aplicación de tecnologías desarrolladas desde la academia.

En 2027, Agrociencia será reconocido por sus contribuciones académicas, sociales y ambientales, por su alto compromiso con la formación de promotores del desarrollo social y económico del sector agrícola nacional y por contribuir al emprendimiento y la innovación frente a los diversos sistemas de producción agrícola sostenible y socioecológicos, comprometidos con la seguridad y soberanía alimentaria.

Actualmente el grupo tiene en desarrollo seis proyectos de investigación: cuatro asociados a la I Convocatoria UN y UCundinamarca, titulados: 1. "Diversidad morfológica y genética de *Tetragonisca angustula* spp. (Hymenoptera: Apidae) y caracterización de los actores que participan en la producción de miel"; 2. "Diseño, construcción y evaluación de un prototipo de trampa electromagnética para la captura de insectos"; 3. "Valoración del aporte socioeconómico y ecosistémico de *Tetragonisca angustula*"; y 4. "Estudio del efecto del proceso de secado en cidron (*Aloysia citrodora*) y hierbabuena (*Mentha spicata*) teniendo en cuenta aspectos de calidad del producto y eficiencia energética".

Además, un proyecto en convocatoria interna: "Estudios de

biología, fisiología, agroecología y estrategias de control del retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) en la región del Sumapaz” y un proyecto en la Convocatoria 802 de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Investigación: “Diseño de estrategias para el control del retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca”.

Los integrantes del grupo (Daniel Cubillos, Liliana García, Mabel Velásquez, Luz Nancy Mateus y Liz Karen Ruiz) presentaron los proyectos y asociaron la información al CvLAC y GruoLAC. Toda la actualización se hizo al final del diplomado en una presentación formal y oral, en la cual hubo retroalimentación que sirvió para mejorar el proceso de renovación de la información del grupo. Los productos de apropiación del conocimiento han contribuido principalmente con la comunidad académica con trabajos de grado, semilleros, Proyectos Integrados de Semestre y artículos científicos. Finalmente, el grupo ha sido un espacio para el fortalecimiento de la ciencia en la Universidad de Cundinamarca y es importante mantener la información actualizada. En este sentido, en la más reciente evaluación de grupos de investigación, el grupo fue categorizado por Colciencias con la letra C.

Conclusiones

La Universidad a través de los procesos de reforma ha contribuido de manera integral al crecimiento y fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación, gracias a la actualización de la información y todas las estrategias vinculadas al fortalecimiento del grupo.

Agrociencia fue categorizado en la letra C, tiene seis proyectos en curso y cinco nuevas propuestas para evaluación en las convocatorias vigentes. Se espera a través de este espacio académico seguir contribuyendo con las funciones sustanciales de la Universidad sustentadas en el MEDIT.

Bibliografía

Universidad de Cundinamarca. (2016). *Plan Estratégico 2016-2026*. Universidad de Cundinamarca.

Universidad de Cundinamarca. (2020). *Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT)*. Universidad de Cundinamarca.

