

Tecnología y Productividad

VOL. 4, NO. 4, AÑO 4. DICIEMBRE DE 2018

ISSN 2463-2465

GRUPO DE INVESTIGACIÓN TECNOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD





Tecnología y Productividad

VOL. 4, NO. 4, AÑO 4. DICIEMBRE DE 2018

ISSN 2463-2465



Grupo de Investigación
TECNOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD
Código COL0164025



Grupo de Investigación
IDICAEF
Código COL0138544



Grupo de Investigación
CIDEINNOVA
Código COL0160438



Grupo de Investigación
GIIAPS
Código COL0144004



Grupo de Investigación
GITAE
Código COL0166807



Grupo de Investigación
CIBA-CBA
Código COL0150244



Grupo Mujer en Búsqueda
del Conocimiento
ESSUM DINA
Código COL0096874



Grupo de Investigación TECNOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD

Código COL0164025

Grupo de investigación IDICAEF

Código COL0138544

Grupo de Investigación CIDEINOVA

Código COL0150244

Grupo de Investigación GIIAPS

Código COL0144004

Grupo de Investigación GITAE

Código COL0166807

Grupo de Investigación CIBA-CBA

Código COL0160438

Grupo Mujer en Búsqueda del Conocimiento ESSUM DINAE

Código COL0096874

REVISTA TECNOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD

Ph.D. Stephanía Aragón Rojas

Directora

COMITÉ EDITORIAL

José David Restrepo Múnera

Juan Carlos Sandoval Sandoval

M.Sc. Carlos Alberto Garay García

M.Sc. Carlos Gilberto Donoso Albarracín

Orlando Castrillón García

Yonny Julián Díaz Buitrago

Mg (c). Lady Johanna Malagón Sánchez

COMITÉ CIENTÍFICO

PhD. Karen Isabel Cabrera Peña

Universidad del Norte Barranquilla

PhD (c). Iván Rodrigo Vargas Ramírez

Asesor Policía Nacional

PhD (c). Iván Rodrigo Vargas Ramírez

Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia

M.Sc. Johanna Esperanza Romero Murcia

Jardín Botánico “José Celestino Mutis”

M.Sc. Sandra del Pilar Forero Poveda

Universidad EAN-Bogotá

M.Sc. Pedro José Rivera Osorio

Universidad Los Libertadores-Bogotá

M.Sc. Manuel Enrique Wagner Mendivelso

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

M.Sc. Carlos Javier Vásquez Lemos

Biosimtec SAS

COORDINADORA EDITORIAL

Lady Johanna Malagón Sánchez

Líder SENNOVA del Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial

Diseño de carátula

Luz Osiri Sánchez Malaver

Edwin Melchisedek Pérez Buitrago

Edición, corrección de estilo y diseño

TALLER DE EDICIÓN ROCCA SAS

Impresión y acabados

STILO IMPRESORES

Distribución gratuita

Revista anual

Tiraje: 300 ejemplares

Fecha de publicación: 14 de diciembre de 2018

SE AUTORIZA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LA OBRA PARA FINES EDUCATIVOS SIEMPRE Y CUANDO SE CITE LA FUENTE.

Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial

Girardot-Cundinamarca

Centro de Biotecnología Agropecuaria

Mosquera-Cundinamarca

Centro de Desarrollo Agroempresarial

Chía-Cundinamarca

Centro de Desarrollo Agroindustrial y Empresarial

Villeta-Cundinamarca

Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial

Soacha-Cundinamarca

Centro Agroecológico y Empresarial

Fusagasugá-Cundinamarca

Escuela de Policía Provincia de Sumapaz

“Intendente Maritza Bonilla Ruiz” ESSUM

Con el apoyo del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA



DIRECTIVOS SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA

Carlos Mario Estrada Molina

Director General SENA

Farid de Jesús Figueroa Torres

Director de Formación Profesional Integral

Emilio Eliecer Navia Zúñiga

Coordinador Sistema Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA

Gustavo Adolfo Araque Ferraro

Director Regional Cundinamarca

David Alberto Correa Castillo

Subdirector Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial

Jimmy Gonzalo Maldonado Novoa

Subdirector Centro Agroecológico y Empresarial

Edgard Sierra Cardozo

Subdirector Centro de la Biotecnología Agropecuaria

Leonora Barragán Bedoya

Subdirector Centro Desarrollo Agroempresarial

Nydia Jimena Rodríguez Rodríguez

Subdirector Centro Agroindustrial y Empresarial

Roberto Prieto Ladino

Subdirector Centro Industrial y Desarrollo Empresarial

DIRECTIVOS POLICÍA NACIONAL DE COLOMBIA

MG. Jorge Hernando Nieto Rojas

Director General Policía Nacional

BG. Gonzalo Ricardo Londoño Portela

Director Nacional de Escuelas

TC. Luz Andrea Baquero Cruz

Vicerrectora de Investigación

TC. Dalila Faisuly Patiño Mahecha

Directora Escuela de Policía Provincia de Sumapaz

Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial de Girardot - Regional Cundinamarca

Dirección: Cra. 10 No. 30-04, La Magdalena, Girardot (Cundinamarca)

Teléfono: (571) 8310808 Ext. 17780

Páginas web: <http://www.sena.edu.co/regionales-y-centros-de-formacion/zona-andina/Cundinamarca/Paginas/Cundinamarca.aspx>

<http://www.senagirardot.blogspot.com.co/>

Contenido

Presentación { 5 }	Bicicleta estática generadora de energía eléctrica { 59 }
<i>Presentation</i>	<i>Static Bike Generating Electric Power as a Learning in the Efficient use of Energy</i>
La radio como mediadora para el reconocimiento de la mujer víctima del conflicto { 7 }	CARLOS EDUARDO VARGAS * OSCAR ANCIZAR TOBÓN NICOLÁS JAVIER RINCÓN * OCTAVIO ROBERTO VILLANUEVA
<i>Radio as a Mediator for the Acknowledgement of Female Victims of Conflict</i>	
ANA MÓNICA GRISMALDO * ALFONSO ALBERTO ANGARITA HEVER MÍGUEZ MONROY	Elaboración de subproductos a base de gránulo de caucho { 73 }
	<i>Production of by-Products Based on Rubber Granules</i>
Aproximación cualitativa de la psicología policial en el ejercicio del profesional de policía. Escuela de Policía Provincia de Sumapaz { 21 }	DAIRA RODRÍGUEZ * LIDA MARTÍNEZ * LAURA SÁNCHEZ ADRIÁN VELASCO * DAVID TORO * CARLOS RIAÑO
<i>Qualitative Approximation of Police Psychology in the Practice as a Police Professional. Sumapaz Province Police Academy</i>	
INTENDENTE JEFE NEIL ALEXANDER DÍAZ INTENDENTE MERY SÁNCHEZ * ING. IVÁN RODRIGO VARGAS	Solución amigable Eco-Vivienda rural autosustentable energéticamente { 81 }
	<i>Eco-Sustainable Rural Solution with Self-Sustaining Energy</i>
Censo y caracterización de personas con diversidad funcional del municipio de Fusagasugá { 31 }	JHEYSSON FERNANDO MONTAÑO ELKIN RAMIRO PRIETO * FABIÁN ANDRÉS ARDILA NELSON HUMBERTO ZAMBRANO * LUIS FERNANDO RINCÓN
<i>Census and Characterization of People with Functional Diversity in the Municipality of Fusagasugá</i>	
FREDI RODRÍGUEZ * WILMER ALEJANDRO MARTÍNEZ JOSÉ BERNARDO LANZA	Ruta del Cacao, experiencia en el marco de la planificación turística { 93 }
	<i>The Route of Cocoa, Experience in the Tourist Planning Framework</i>
Obtención de un granulado a partir de subproductos de la industria alimenticia por medio del diseño e implementación de una trituradora a escala semindustrial de Tetra Pak { 41 }	YOJANA HURTADO * MAURICIO RIVERA
<i>Obtaining a Granulate from Derivative Products of the Food Industry Through the Design and Implementation of a Tetra Pak Semi-Industrial Scale Shredder</i>	
ORLANDO CASTRILLÓN * EDGAR DANIEL ANDRADE DIANA PAOLA MORA	Diseño de empaques multimediales con materiales biodegradables para proteger desde la industria gráfica el medio ambiente { 109 }
	<i>Design of Multimedia Packaging with Biodegradable Materials to Protect the Environment Through the Graphic Industry</i>
Deficiencia que induce los fertilizantes y agroquímicos edáficos en la provincia del Tequendama y Cundinamarca con población víctima del conflicto armado { 49 }	ANGÉLICA HERRERA
<i>Deficiency that Induces Soil Fertilizers and Agrochemicals in the Province of Tequendama and Cundinamarca with Victims of Armed Conflict</i>	
OSCAR ALEXANDER MONTOYA	Desarrollo de una aplicación móvil para realizar el seguimiento a obras de construcción { 131 }
	<i>Development of a Mobile Application to Track Construction Sites</i>
	SANDRA MILENA CASTAÑO * MATEO SANDOVAL

Cazadores de genes: traducción de codones { 145 }
en secuencias de ADN mediante Python
para la enseñanza en básica secundaria

*Gene Hunters: Codons Translation into DNA sequences
Through Python for Secondary School Education*

DARÍO ALFONSO CUELLO * CARLOS HERNANDO NIÑO
YICELY KATHERINE HERNÁNDEZ

Diagnóstico de biodigestores de bajo costo { 153 }
instalados con comunidades vulnerables y
víctimas del conflicto, realizado por el SENA
CTDPE durante los años 2011 al 2017

*Diagnosis of Low-Cost Biodigesters Installed With
Vulnerable Communities and Conflict Victims, realized by
the SENA CTDPE During the Years 2011 to 2017*

SERGIO ANDRÉS BARRERA * ELÍAS ANDRÉS PARDO

Consideraciones de diseño en el prototipado { 171 }
de una maceta inteligente con sistema de
irrigación autónomo gobernado por las
ecuaciones de Penman-Monteith y Richards

*Design and Prototyping Considerations of an Autonomous
Plant-Pot Irrigation System Using Penman-Monteith
Hydrological Equation and Data Processing*

JOSÉ GONZÁLES * JUAN CARLOS VÁSQUEZ

Producción de guácimo (*Guazuma ulmifolia*) { 181 }
deshidratado a partir de especies nativas
para suplir la necesidad de extractos
vegetales en el proceso panelero

*Production of Guacimo (Guazuma ulmifolia)
Dehydrated from Native Species to Supply the Need
for Plant Extracts in the Panelero Process*

DAVID ERNESTO ÁVILA * DANIEL FELIPE ÁVILA
MARÍA CONSUELO QUIROGA

La ultra congelación como método { 193 }
de preservación y conservación de la
granadilla (*Passiflora ligularis* juss)

*The Freezers as a Method of Preservation and
Conservation of Granadilla (Passiflora ligularis juss)*

SHIRLEDY TATIANA QUINTERO * MAYRA ALEJANDRA BONILLA

Estimulación de la germinación de espinaca { 203 }
(*spinacia oleracea*) a través de electromagnetismo

*Stimulation of Spinach Germination (Spinacia
oleracea) Through Electromagnetism*

JOHAN JAIR PORRAS * DAHIL AMANDA PERDOMO
SANTOS ALFONSO AGREDO * ARGENIS DEL ROCÍO TORRES
OCTAVIO ROBERTO VILLANUEVA * OMAR LEONARDO PEÑA

Implementación de técnicas de agricultura { 217 }
de precisión para el establecimiento
de un semillero de cebolla cabezona
(*Allium cepa*) Pasca - Cundinamarca

*Implementation of Precision Farming Techniques
for the Establishment of a Large Onion Seedbed
(Allium cepa) Pasca-Cundinamarca*

ROLAND EDICSON LUNA
SAMUEL RICARDO PADILLA * JENNIFER ANDREA NIÑO

Variación del (DAP) y producción en una { 225 }
plantación de caucho natural del Bajo
Cauca antioqueño, usando QGIS

*Variation of the (DAP) and Production in a Plantation of
Natural Rubber of Bajo Cauca Antioqueño Using QGIS*

VANESSA FLÓREZ * JOSÉ CHICA
GIRLEY VALDÉS * ELIS VIDES SANTOS

Transformación de biomateriales en { 233 }
usos eficientes, sustentables y sostenibles
de la construcción en la ciudad de
Girardot - Cundinamarca

*Transformation of Biomaterials in Efficient
and Sustainable uses of Construction in the
City of Girardot - Cundinamarca*

JHON JAIRO REINEL MORENO
MANUEL RICARDO BALLESTEROS
DIEGO MAURICIO HERNÁNDEZ

Instrucciones para los autores { 243 }

Instructions for Authors

Presentación

La investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación han ganado un espacio fundamental dentro del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, no solo por ser el eje fundamental de la generación de nuevo conocimiento, sino porque permiten enriquecer los procesos de formación e incrementan los niveles de competitividad de los diferentes sectores productivos.

Como resultado del trabajo cooperativo adelantado por los grupos de investigación de la Regional Cundinamarca, se articulan todos los esfuerzos de investigadores y aprendices en un evento de divulgación científica de periodicidad anual denominado Congreso Ciencia, Innovación y Productividad: Retos para la Sostenibilidad CIPRÉS 2018, primera versión, escenario de carácter académico, científico y empresarial donde los seis Centros de Formación y la Escuela de Policía Provincia de Sumapaz, generaron y transfirieron conocimientos en investigación e innovación entre los diferentes actores, aportando a la visibilidad e incrementando el impacto de los resultados de investigación socializados.

En este sentido la primera versión del Congreso CIPRES contó con la presencia de conferencistas académicos nacionales e internacionales, ponencia de artículos científicos de las diferentes regionales del SENA, escuelas de Policía, universidades de la región, exposición de *posters* productos de investigación, *stands* de empresas aliadas y una plaza de emprendimiento con proyectos productivos de tendencia. Todo esto inmerso dentro de cuatro núcleos temáticos: Mujer y Memoria Histórica, Gestión de la Tecnología, Desarrollo Sostenible y Agroindustria.

En este contexto adquiere relevancia la revista de divulgación científica, *Tecnología y Productividad*, con tiraje anual y publicada desde el año 2015. El SENA en Girardot asumió durante los tres primeros años la dirección de la revista, para el año 2018 en su cuarta edición, se consigue de forma exitosa la integración de los seis centros de la Regional Cundinamarca, con resultados relevantes en los procesos de ciencia, tecnología e innovación, en los que participaron las regionales de Bolívar, Distrito Capital, Quindío, Santander y Tolima e instituciones de educación superior que se sumaron a esta producción.

Con iniciativas de invaluable magnitud y alcance, los grupos de investigación SENA de los Centros de Formación de la Regional Cundinamarca, reafirman su enfoque científico a la vez que reconocen el talento, el esfuerzo y la constancia de todos sus investigadores y líderes del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA).

De ahí el interés en apoyarles, motivarles y proporcionarles confianza, para que sigan avanzando en la generación de ideas para el conocimiento, el emprendimiento de base tecnológica y la búsqueda de la verdad a través de la investigación y la innovación.

GUSTAVO ADOLFO ARAQUE FERRARO

Director Regional Cundinamarca SENA

La radio como mediadora para el reconocimiento de la mujer víctima del conflicto

Radio as a Mediator for the Acknowledgement of Female Victims of Conflict

ANA MÓNICA GRISMALDO MORENO

Docente ocasional UNAD

ana.crismaldo@unad.edu.co

HEVER MÍGUEZ MONROY

Docente asistente UNAD

hever.miguez@unad.edu.co

ALFONSO ALBERTO ANGARITA BUITRAGO

Docente auxiliar UNAD

alfonso.angarita@unad.edu.co

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





La radio como mediadora para el reconocimiento de la mujer víctima del conflicto

Resumen

El proyecto denominado “La radio como mediadora para el reconocimiento de la mujer víctima del conflicto y la construcción de memoria histórica del municipio de Tibacuy” surge con el fin de abrir espacio y reconocimiento a las mujeres que han sido afectadas por el conflicto. A través del espacio de Radio UNAD Virtual, “Contando hasta 10”, se narran las historias de mujeres luchadoras que se han convertido en ejemplo para sus familias y la comunidad. La radio universitaria urge al reconocimiento histórico de esas mujeres que estuvieron padecieron del conflicto y superaron la adversidad.

La reconciliación se fundamenta en la capacidad de escuchar, de poder entender y comprender al otro, apoyada en la comunicación mediada por la radio, como punto de encuentro. Gracias a la narrativa oral se abre la posibilidad del diálogo y el acercamiento para romper con el silencio.

Palabras clave: narrativa, memoria histórica, mujer, conflicto armado, radio.

Abstract

The project called “Radio as a mediator for the recognition of the female victims of conflict and the construction of the historical memory of the municipality of Tibacuy” arises in order to bring space and acknowledgement to women who have been affected by the conflict. Through the space of Radio UNAD Virtual, “Counting to 10”, the stories of female warriors who have become an example for their families and the community are narrated. The university radio urges the historical recognition of those women who were suffering from the conflict and overcame adversity.

Reconciliation is based on the capacity to listen, to be able to understand and comprehend each other, supported in the communication mediated by the radio, as a meeting point. The possibility of dialogue and the approach to break the silence are opened thanks to the oral narrative.

Keywords: Narrative, Historical Memory, Woman, Armed Conflict, Radio.

Introducción

El presente trabajo de investigación centra su exposición en que las dinámicas de paz son locales y el entendimiento de los derechos humanos pasa por la comprensión que construyen las personas de sus propios conflictos.

De esta manera, se presenta una mirada sobre el contexto que enmarcó al municipio de Tibacuy entre los años 1998 y 2003, seis años en los que se hizo fuerte la presencia guerrillera con el posterior arribo de grupos paramilitares, poniendo a la población civil como objeto del conflicto.

La metodología se basa en un estudio de tipo cualitativo bajo el enfoque fenomenológico, toda vez que este permite “comprender la perspectiva de los participantes (individuos o grupos pequeños de personas a los que se investigará) acerca de los fenómenos que los rodean, profundiza en sus experiencias, perspectivas, opiniones y significados, es decir, la forma en que los participantes perciben subjetivamente su realidad” (Hernández, Fernández & Baptista, 2010).

Para el caso, las mujeres del municipio de Tibacuy son quienes narran las experiencias vividas alrededor del conflicto armado. Estos dolorosos hechos van recobrando el sentido social cuando la radio y, en particular, el programa de Radio UNAD Virtual “Contando hasta 10”, les dio voz a quienes por muchos años limitaron su capacidad de expresión por diversos factores.

Cada versión narrada generó nuevos sentidos y emergieron las comprensiones de lo vivido, así como las demandas que se identificaron y que permitieron componer el tejido social fracturado por la desconfianza y el abandono de las instituciones del Estado. Se plantearon algunos hallazgos provenientes de los relatos de las víctimas entrevistadas, teñidos por el resentimiento, la rabia, la incertidumbre y el recelo.

Una historia por contar

Tibacuy tiene una historia por contar; una historia que será retratada en los relatos de vida de quienes lo habitan. Este es uno de los municipios que conforman la región del Sumapaz y que ha compartido su espacio físico y su día a día con las acciones y la presencia de grupos subversivos como las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), que han operado en el territorio desde principios de los años noventa a través del Frente 44, liderado durante un largo periodo por el Negro Antonio.

Ha sido tal la incidencia de las FARC en el territorio, que viene operando desde el gobierno Gaviria y, en tiempos del gobierno del expresidente Andrés Bstrana, tomó tal fuerza que, Cumaca, la inspección más importante y uno de los principales consumidores de la cerveza Águila en el país, se vio privado de su consumo y tuvo que reemplazarla por la foránea Polar.

Esto por obra y gracia de las vacunas aplicadas a las empresas que por sus ofertas de consumo se amalgamaban con las prácticas culturales de los pobladores de Tibacuy. Cuentan los habitantes que ya no había gaseosa, no podía entrar el carro del gas y todo vehículo 4 x 4 que ingresara más allá de “la portada”, no volvía a salir. Son muchos los pequeños relatos que configuran una realidad enmarcada en una forzosa relación entre los pobladores del municipio de Tibacuy y el grupo guerrillero de las FARC.

En tiempos del progresivo e incesante fortalecimiento de los grupos de autodefensas, las veredas y los centros poblados del municipio se tiñeron poco a poco de sangre y miedo al igual que otros pueblos y ciudades del país. Por prácticas como los asesinatos selectivos y las masacres, las poblaciones atemorizadas y paranoicas optaron por desplazarse a la ciudad y marginarse. Con juicios apresurados o infundados, en el sentido de calificar de auxiliares de la guerrilla, del Ejército o de los grupos de autodefensas a muchos habitantes, por su filiación política o por encuentros circunstanciales

con alguno de estos grupos o por “mera sospecha”, les fueron endilgados por esas militancias.

En este contexto es legítimo hablar de un pueblo cercado por el miedo, la incertidumbre y la desconfianza de sus propios vecinos frente a la institucionalidad; sentimientos que rompieron los lazos sociales contruidos históricamente y alimentaron el conflicto desde sus prácticas cotidianas y, por ende, aplicando estrategias de guerra en tiempos de paz.

Esta situación se entrecruzó con una realidad socioeconómica complicada, asociada a la crisis del café, principal producto de la economía agrícola del municipio. Hoy, la gente del pueblo manifiesta que cuando el cultivo del café se vino abajo, “Tibacuy vive de milagro”. De hecho, actualmente todas las formas agrícolas se han abandonado. Los terrenos de cultivo se han venido poblando lenta e inexorablemente de pasto estrella. Esto ha impulsado a la tenencia de algunas cabezas de ganado para darle algún uso al terreno que alguna vez estuvo sembrado con cultivos de café.

Las cosas se vienen dando así, “como por descarte”, sin mayor convicción, apostando a la labor que menos esfuerzo demanda. Es una especie de sentimiento de desesperanza que habita los deseos y las intencionalidades de quienes ocupan el territorio y se llaman a sí mismos tibacuyenses.

Así, la desesperanza y la desconfianza han venido haciendo nido en las cabezas de sus pobladores, generando que los tímidos intentos de colectivizar las miradas frente al conflicto, o sus posibles razones; las intenciones de generar asociatividad, para participar de alguna de las propuestas que de cuando en vez comparte la Alcaldía para aliviar la situación económica, terminen cayendo en un terreno demasiado árido, bloqueando de esta forma la posibilidad de crear vínculos sociales y de promover ilusiones de desarrollo social y humano.

Se presenta una evidente ruptura, un fraccionamiento del mundo de lo colectivo que se refleja en

el aislamiento, en el predominio de una respuesta individual y defensiva. ¿Qué hacer frente a tal realidad? Recapitular, utilizar la narrativa, el recuerdo que representa a la memoria y que permite traer el ayer al hoy, de alguna forma resignificado, convertido en palabra y que permita nominar, reacomodar, jugar el juego de dominó, buscando que palabras y fichas se equiparen para ir develando la niebla que oculta la vivencia de aquel lejano momento de la esperanza, de la confianza

De acuerdo con esto, el proyecto se plantean las preguntas: ¿Cómo a través de la narrativa oral y de la experiencia de los habitantes de Tibacuy-Cundinamarca, se definen escenarios de paz y de convivencia? ¿Cómo se conserva el liderazgo principalmente en las mujeres en una sociedad tibacuyense fraccionada por el conflicto? Indagar por la narrativa oral, centra la comunicación como constructora del sentido social, en el cual convergen diversas significaciones que se representan en historias, anécdotas, versiones, registros y muchas veces en silencios, todos anidados en la experiencia y en el alma de los testigos y víctimas de los hechos violentos.

Así, narrar sobre lo ocurrido a través de la radio universitaria como mediadora, se presenta como un puente ya validado por otros ejercicios de investigación como el elaborado por el Centro de Memoria Histórica, entre otros. Narrar es asunto de sujetos históricos que requieren historizar sus experiencias para repensar su presente y hacer del futuro un proyecto. La persona que narra se hace sujeto, sujeto a su experiencia, a lo que esta significa, sujeto a sus esencias, raíces, afectos y motivaciones. Narrar es una necesidad para sentirse en un escenario y protagonizar tanto la propia vida como la vida social. De esta manera, la comunicación se convierte en el campo de encuentro que da sentido a la experiencia que muestra ser particular y única.

En la pregunta se plantea una definición, lo que supone fijar con precisión el significado de lo que se

espera sea un escenario de paz y convivencia. Este ejercicio se acompaña con las mujeres víctimas que han abierto su espacio y dispuesto para compartir su historia, sentimientos, experiencias y percepciones. Allí, lo acompaña la Mesa de Víctimas a través de la cual podemos llegar a quienes con voluntad y generosidad comparten sus narrativas.

Así, conocer a través de la narrativa oral y de la experiencia de los habitantes de Tibacuy las percepciones y prácticas que definen su interés por construir un escenario de paz y convivencia, conduce a recuperar el testimonio de memoria histórica como soporte para comprender y reconocer desde una mirada colectiva el conflicto armado y el rol que específicamente ha desempeñado la mujer, identificar eventos o acontecimientos significativos para la comunidad relativos al conflicto y sus representaciones simbólicas, caracterizar las percepciones que los habitantes tienen sobre su convivencia y su aporte al tejido social y difundir a través del programa radial "Contando hasta 10", las experiencias para el reconocimiento social de la mujer tibacuyense.

Marco conceptual y teórico

Las emociones, una lectura desde la diversidad de los impactos del terror instalado y el miedo son dos elementos que han marcado al territorio en el contexto del conflicto vivido. Esta situación orquestada especialmente por los actores armados a partir de masacres, desapariciones o acciones selectivas, han obligado a los pobladores a silenciar su voz como una forma de hacerse invisibles. El efecto de este silenciamiento tiene una consecuencia directa en aspectos claves del restablecimiento de los territorios, como la denuncia o la capacidad de organización social que puede tener una comunidad.

Ha sido muy frecuente escuchar que alguien adopta como conducta habitual el ir de su trabajo a su casa y de su casa a su trabajo, reprimiendo cualquier

contacto con otros integrantes de la colectividad. Cabe aclarar que no solo el miedo ha desbordado el territorio, también han surgido otras emociones como el odio, la rabia, la culpa, la vergüenza y la sensación de humillación, entre una gran diversidad de sentimientos.

A propósito de dichas emociones, recordaba una de las víctimas: "En la jornada de atención a las víctimas, una señora que era la funcionaria encargada de instalar la jornada, llegó con la Biblia en la mano y escribió en un tablero "PERDÓN Y RECONCILIACIÓN". Nos dijo que "aquí veníamos a perdonar, o si no, estábamos perdiendo el tiempo" (Informe "Basta ya", 2013).

Las sensaciones de culpa y vergüenza también han estado presentes ya sea por omisiones propias relacionadas con no tomar decisiones que hubiesen favorecido una situación, o por vejámenes sufridos como la humillación, o el abuso al cuerpo, a la sexualidad o a la intimidad. En los múltiples relatos recogidos se repite una cierta expresión relacionada con la incapacidad de volver a reír, a bailar o a gozar del simple discurrir de la existencia.

Es evidente que los actos de esta cruda violencia son experiencias que fragmentan los sistemas de adaptación habitual y que proporcionan a los individuos un sentimiento de ser ellos mismos, ser parte de su comunidad y ser constructores de sus propios significados. Es la guerra en su expresión más cruda que transfigura el transitar de la comunidad. La respuesta habitual, muda en mecanismo de defensa, que invade el juicio, la racionalidad y la concepción del mundo.

La emoción implica el daño moral que, en el informe "Basta ya", se define como "toda modificación dolorosa del espíritu, consistente en una profunda preocupación, estados de irritación aguda que afectan el honor, la reputación y el equilibrio anímico de las personas que incide en la aptitud del pensar, querer o sentir" (Informe "Basta ya", 2013). Se trata en alguna medida, de menoscabar los valores históricos que las

comunidades han venido elaborando pacientemente a lo largo de su existencia.

El lenguaje en este sentido se constituyó en el arma esgrimida para denigrar de la raza, el género y la etnia de víctimas y sobrevivientes. Para no ser señalados, tuvieron que ocultar sus documentos de identidad, negar su historia familiar y sus afinidades políticas, culturales y espirituales. Cabe anotar que muchas veces el posterior testimonio de los victimarios justificando su accionar, generó la autopercepción de que habían sido ellos mismos los propiciadores del daño sufrido.

La ruptura de los vínculos, la imposibilidad del intercambio para la construcción de la vivencia colectiva, representada en la profanación de espacios de encuentro, de ritual y de conmemoración pusieron una mordaza a la comunidad y cercaron el territorio, “Destruyeron hasta los cementerios, nos quitaron todo, hasta nuestra cultura” (Informe “Basta ya”, 2013).

El amigo dejó de ser el amigo porque no se sabía de qué lado estaba; el otro se tornó en un misterio cargado de peligro, acentuando de esta forma el miedo al congénere. Se perdieron los líderes y con ellos se sepultó el sentido de la organización; así la negación de muchos recursos colectivos llevó a experimentar la violencia como una práctica de carácter privado, “Nadie se atrevía a hacer un velorio, no había quién ayudara a cargar a los muertos” (Informe “Basta ya”, 2013).

Obviamente, la vinculación social se vio inhibida, fracturando los procesos de participación ciudadana. En este contexto las expresiones organizativas de orden político, de reclamación social o de carácter cívico sufrieron persecución, ya que se asociaron a manifestaciones terroristas, condenándose de esta forma a la criminalización. Estas agresiones han erosionado el tejido social, promoviendo la desesperanza que anticipa a los desplazamientos masivos, el ocultamiento o la voluntaria invisibilización; destruyendo de esta forma cualquier expresión de pluralidad o de rebeldía.

Memoria

La memoria como categoría de observación, para autores como Gonzalo Sánchez Gómez (2006), es primordial para superar la violencia porque explica las razones de la continuidad de los conflictos armados en Colombia, sin las cuales no se comprenden prácticas continuas como la exclusión del otro. La memoria trae, además, la presencia de las víctimas al presente, presencia que contrae consecuencias a considerar, como el descentrar el interés en el poder y enfocarse en la reparación de lo que denomina derrotados y afectados por el conflicto violento.

Para este autor, es un imperativo desagrar y reparar los daños ocasionados y eso sucede por resarcir a los afectados y dignificar a los derrotados, cosa que sin la memoria, no sería posible. Para Sánchez Gómez, es claro que en cada guerra existen diversas guerras y la memoria es la memoria en conflicto, donde se contienen experiencias de distinto orden tanto de los vencedores como de afectados y vencidos. Así, la memoria es una especie de colcha de retazos muchas veces rota o destejida, lo que obliga en la intención de hacer justicia, a crear mecanismos que permitan la emergencia de la verdad.

Otra faceta determinante de la memoria es que permite volver sobre los asuntos que históricamente les dieron origen a los conflictos, razones objetivas que, de querer una no repetición, deben ser atendidas y superadas. De esta manera, Gonzalo Sánchez, preconiza lo que para los intereses de este estudio y de la política de paz de la actual administración de gobierno que busca una paz perdurable, consiste en enfrentar esas razones objetivas para superarlas radicalmente. El autor señala que más que solucionar el conflicto, la apuesta está en transformarlo.

Como afirma Gonzalo Sánchez, el proceso de paz, más que orientarse a la solución del conflicto, debe “apostarle a su transformación”. Y parafraseando a Kant, “la paz debe ser instaurada, e instaurar la paz es

resolver las causas que dieron origen a la guerra y a las que surgieron en el curso de la confrontación” —rema-ta el autor—. No obstante, en el horizonte de los procesos de paz en Colombia, la memoria y sus muchas implicaciones brillan por su precariedad o ausencia.

El punto es particularmente crítico pues, en palabras del autor, la norma colombiana es más bien “la necesidad del olvido recurrente [de] las memorias subordinadas”. Es así como, según Gonzalo Sánchez, nuestro largo historial muestra que las negociaciones no han sido un arreglo entre iguales sino un acto de subordinación de los derrotados, en cuyo caso la paz se convierte, no en una oportunidad de reconducir el destino colectivo, sino en un simple acto de relegitimación del establecimiento, una vez más dotado de la capacidad de imponer a los derrotados la sumisión, y a sus causas el olvido. Dicho en sus palabras, “se confunde la amnistía con la paz”.

Materiales y métodos

El desarrollo metodológico del proyecto implicó llevar a cabo una investigación cualitativa con enfoque fenomenológico, toda vez que permite “comprender la perspectiva de los participantes (individuos o grupos pequeños de personas a los que se investigará) acerca de los fenómenos que los rodean, profundiza en sus experiencias, perspectivas, opiniones y significados, es decir, la forma en que los participantes perciben subjetivamente su realidad” (Hernández, Fernández & Baptista, 2010), y al mismo tiempo, asume que los sujetos, para el caso las mujeres, son agentes activos que pueden modificar su mundo local y darle significado, esto es, constituyen su realidad y le otorgan el sentido que solo es posible allí donde habitan.

Este camino es coherente para la búsqueda que plantea el proyecto, pues pretende observar y recuperar de la comunidad percepciones alrededor de lo que sucedió (episodios de violencia en el marco del conflicto), para posteriormente hacer un registro sobre las

representaciones y expresiones sociales que las mujeres del municipio de Tibacuy ha materializado y está evidenciado a partir de fenómenos históricos vinculados al conflicto armado y la paz

Universo y muestra

El municipio de Tibacuy se encuentra ubicado en la región del Sumapaz, en el departamento de Cundinamarca, actualmente cuenta con un total de 4.360 habitantes, 1.015 en la zona urbana y 3.345 en el área rural; distribuidos en 2.263 hombres y 2.096 mujeres. No obstante, y debido a un contexto histórico caracterizado por la presencia de grupos ilegales, se ha identificado una población desplazada de 1.726 habitantes según datos para el año 2016 relacionados por la Alcaldía del municipio; siendo el corregimiento municipio de Tibacuy, el que alberga la mayoría con un total de 666 pobladores.

Muestra representativa

Con base en un total de 1.726 identificados como la población afectada por la violencia, dato en el que se incluye a las personas que han sido víctimas del conflicto en su misma localidad, se tendrá como muestra “tentativa”, entiéndase para Hernández, Fernández & Baptista (2010), la que está sujeta a la evolución del proceso inductivo. Como menciona Creswell, “el muestreo cualitativo es propositivo” (p. 394).

La población actual que forma parte de la mesa de víctimas, legalmente reconocida por la Personería del municipio, será entonces la vinculación de esta comunidad la que permita avanzar en los hallazgos, en ese orden el muestreo de participantes voluntarios permitirá una vinculación voluntaria en la que los integrantes de la mesa tendrán la libertad de participar en el ejercicio investigativo, retomando de nuevo a Hernández, Fernández & Baptista (2010) “... a esta clase de muestra se le puede llamar autoseleccionada, ya que las personas se proponen como participantes en

el estudio o responden activamente a una invitación” (p. 396).

Para el caso y a partir de hechos victimizantes como el homicidio y el desplazamiento forzado, se contó con la voluntad de algunos integrantes de la mesa de víctimas y otros que voluntariamente y que son ajenos a este escenario político, quisieron vincularse en el ejercicio de entrevista colectiva. Igualmente, y de forma particular, para el ejercicio del taller de resignificación del conflicto y las víctimas, se contó con la participación de 60 estudiantes del ciclo de formación de la Normal Superior de Pasca, cuya edad oscilaba entre los 16 y 22 años.

Técnicas e instrumentos de investigación:

Siendo particular del enfoque cualitativo y del método fenomenológico y basado en el paradigma interpretativo, se tuvieron como técnicas de investigación las siguientes:

1. **La entrevista en profundidad:** fue dirigida particularmente a las víctimas de la violencia alrededor de aspectos relacionados con sus experiencias, representaciones, significados y perspectivas frente al tema del conflicto, la violencia y la paz. Este tipo de técnica basada en preguntas abiertas que “... se fundamentan en una guía de contenido y el entrevistador posee toda la flexibilidad para manejarla” (Hernández, Fernández & Baptista, 2010); permitió ahondar en aspectos claves para la consecución de los objetivos expuestos. Las entrevistas fueron grabadas con el consentimiento de las víctimas para ser emitidos a través del programa radial “Contando hasta 10”, emisora online de Radio UNAD Virtual.

El instrumento fue la guía de preguntas, que contiene información como el nombre del entrevistado, la

fecha de realización, la hora, el lugar, el entrevistador(es) y finalmente, un grupo de preguntas generales de las cuales se desprende el diálogo abierto.

2. **Relatos de vida:** teniendo en cuenta los aspectos relevantes resultado de las dinámicas de diálogo en el marco de la aplicación de las técnicas de entrevista a profundidad y los grupos focales de discusión, se plantean cuatro relatos de vida. “El relato de vida corresponde a la enunciación —escrita u oral— por parte de un narrador de su vida o parte de ella” Ricoeur (citado por Cornejo, Mendoza & Rojas); para el caso se basará en la narrativa oral que busca recopilar a partir de los testimonios el conjunto de experiencias.

Bajo el enfoque hermenéutico se dio prioridad a la lectura y por ende a diversos niveles de interpretación. Cada relato permitió identificar eventos o acontecimientos significativos para la comunidad del municipio de Tibacuy, relativos al conflicto y sus representaciones simbólicas; así como caracterizar las posibles percepciones que los habitantes tienen sobre la paz y las prácticas sociales y culturales mediadoras para la construcción de un ambiente de reconocimiento.

3. **Clasificación relatos de vida:** teniendo como referente la clasificación estándar realizada por la Personería y para el caso se abordaron:
 - Relato de vida con víctima de homicidio.
 - Relato de vida con víctima por desplazamiento.
4. **Taller:** resignificación de las víctimas del conflicto consistente en un ejercicio comunicativo que aproximó a la audiencia radial del programa en línea “Contando hasta 10” para el caso de estudiantes de la Normal de Pasca, cuyo objetivo fue saber cuál era la percepción y conocimiento que los estudiantes tenían sobre el conflicto que vivió el municipio

de Tibacuy entre los años 1998 y 2003 y su resignificación posterior a un ejercicio de escucha de relatos de vida sobre dos hechos victimizantes; el homicidio y el desplazamiento, que fueron transmitidos a través del programa radial “Contando hasta 10”, un espacio institucional de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD.

Se realizó la actividad experiencial que permitió identificar sensaciones y emociones que dieron paso a la abstracción de los hechos y claves de lectura para potenciar la interpretación y estructuración de nuevas realidades. Conceptos como memoria, víctima, el rol social de los medios tradicionales y medios *online*, fueron insumo para esta proyección.

Resultados y discusiones

... parte fundamental de la construcción de esta historia son los campesinos desde sus diferentes veredas, organizaciones y puntos de vista, deben ser escuchados y tenidos en cuenta. Es importante que ellos tengan la posibilidad de contar su historia, además de reivindicar ese dolor y esas condiciones difíciles que marcaron sus vidas, esas situaciones que ellos no han tenido la oportunidad de expresar seguramente por temor o porque precisamente no existen los espacios en los cuales se nos tenga en cuenta; entonces es importante buscar todas esas miradas, todas esas visiones, todo aquello que no ha sido contado, que también se tenga en cuenta y pues se le permita mostrar lo que realmente hay en su corazón y quiere aportar, porque es muy importante lo que la gente tiene para aportar, y sería una construcción de un país más plural de una manera más incluyente y más extensa de ver las cosas desde la misma región, y no desde lo que se ha venido recogiendo generalizado. Hay voces que no han sido escuchadas y esas voces también son importantes en este momento de la historia...

Fragmento de una entrevista realizada en el marco de la investigación a Marinela, familiar de víctima por asesinato.

La UNAD consideró importante el desarrollo de este proyecto por la necesidad de conocer los hechos históricos que configuran las formas de organización y estructuración social, económica y política. También para conocer cómo se reconfigura la cultura local, su identidad y modos de resurgir a partir de subjetividades que se transforman y determinan el hacer presente y la construcción de nuevos futuros. La cultura, como sabemos, es base de la estructuración social.

Por ello se indica que es perentorio aprender de la propia historia, desde la voz de sus protagonistas y testigos, valorar cómo los hechos incidieron e inciden hoy en ellos y cómo puede esto ser trampolín para decidir, con mayor conciencia, sobre la comunidad que quieren tener. La memoria es poder de conciencia, apropiación y reconocimiento; la conciencia trae poder de acción con la posibilidad de sentirse agente político en el propio contexto.

Tibacuy es una comunidad singular, se sabe que el conflicto armado en Colombia tiene fuertes matices estructurales acentuados desde la violencia partidista, dando origen a movimientos de guerrilla, algunos de los cuales afectaron al municipio y la región de manera particular. Es por esto que se hace un análisis particular para la comprensión, apropiación y proyección de una comunidad que cuenta con unas condiciones históricas, geográficas, poblacionales, de recursos y posibilidades diferentes. Conocer desde los sujetos propios y desde su presente, conduce a una construcción de conocimientos y proyección de acciones posibles, reales y con sentido intencionado.

El proceso de recuperación de la memoria histórica incluye valorar el papel de los distintos actores en el conflicto, para el caso mujeres, hoy como agentes potenciales de la transformación que demanda el país y la región. Desde los actores institucionales y los particulares, son todos los recursos propios de la memoria cuyas perspectivas permiten conocer la complejidad, y se espera totalidad, de los asuntos sensibles quizá no resueltos, los que marcaron la vida de la población.

Si lo que se busca es una paz que se consolide en el tiempo para que sea duradera y estable, se debe escuchar la voz de todos esos actores y proyectarlos como agentes de transformación. La memoria, desde el enfoque de la comunicación positiva, es insumo para activar la voluntad de cambio.

Ahora bien, lo anterior colinde con el reconocimiento de las habilidades para construir paz. El estudio evidencia tanto el estado de estas habilidades como demanda de las mismas. Como se afirma, la paz local se construye con las personas y sus instituciones sociales, valorando la capacidad organizativa y de gestión. Cuando esa capacidad no existe o está en estados iniciales, es necesario instalarla y fortalecerla. Lo necesario e importante es identificar el estado en el que se encuentra.

La recuperación de la memoria histórica es un detonante de la inclusión, toda vez que escucha a quienes no se ha escuchado o se significa lo que estaba en lo intrascendente u olvidado. La inclusión fomenta la participación y construcción de discursos colectivos donde todos lo sienten como propio al verse reconocidos. Esto es forjar identidad colectiva que posibilita la cohesión entre agentes, instituciones sociales, sujetos y organizaciones de Tibacuy. Es entre todos como se da paso a la necesidad de definir, construir nuevos principios y fortalecer aquellos que impulsen la convivencia y productividad. Solamente, en la medida que se conozca la memoria histórica, se pueden perfilar acciones sociales, culturales, políticas y de gobierno que hagan posible la paz.

El estudio aborda desde los campos de la comunicación y la psicología que, como disciplinas para la formación tienen la responsabilidad de generar conocimiento pertinente, relevante y trascendente para transformar la realidad desde apuestas estratégicas. Allí está la necesidad de aportar a la construcción de paz. Así las cosas, solo se puede transformar lo que se conoce a través de procesos de conocimiento científico; se trata pues de un encuentro interdisciplinario en

el que se comparten metodologías y se pueden aportar al campo de la psicología y de la comunicación, retomando, fundamentando, relativizando y proponiendo elementos conceptuales que posibiliten o potencien el análisis de la interacción para la convivencia, el reconocimiento y el respeto, claves para la vida en democracia.

Voces que entrelazan paz y convivencia

Las narraciones de las mujeres víctimas por diversos hechos delictivos en el municipio de Tibacuy, permiten mostrar la dinámica de un conflicto con múltiples matices entre los cuales se identifican y presentan algunos de ellos. Como en todo escenario, aparecen situaciones, actores y actuaciones, cuyo telón de fondo es el conflicto armado.

Aquí es importante contextualizar que no se registran situaciones de combate o confrontación armada directa entre los grupos en confrontación, sino que el conflicto se desarrolla en un marco de tensión regulada por el grupo armado que tiene el poder de manera ilegal sobre la población civil, lo que no hace a la población un afectado indirecto de un conflicto entre dos bandos, sino que se sitúa a los civiles en el centro y objeto del conflicto, lo que potencializa su condición de vulnerabilidad y victimización por ser, claramente civiles indefensos. Se muestran los actores revelados en los relatos, las situaciones y algunos hechos significativos.

Radio UNAD Virtual es una emisora *online* que se transmite a nivel internacional, cuenta con una programación variada dirigida especialmente a la comunidad universitaria, dentro de su programación se ubica un espacio destinado al tratamiento de los problemas de la sociedad que marcan su cotidianidad, denominado "Contando hasta 10"; al aire desde hace 7 años que trata sobre diversas temáticas que son analizadas por expertos de la psicología y la comunicación social.

Desde el año 2017 y en el marco del trabajo investigativo centrado en la narrativa oral y el conflicto en el municipio de Tibacuy, se dio a la tarea de abrir un canal entre las mujeres víctimas del conflicto y la audiencia universitaria como punto de encuentro, en donde la narrativa oral abrió la posibilidad de escucha, de diálogo, de acercamiento; del despertar de la conciencia histórica y la ruptura del silencio.

En esa inserción de lo local a nivel regional y nacional, se plantea la importancia de la función de la radio universitaria (Prieto & Rosario, 1993), se destacan hechos narrados como el de doña Ana, una mujer de aproximadamente 70 años de edad que permanece en su vivienda ubicada en la vereda San Francisco, uno de los sectores rurales más afectados por hechos de grupos ilegales como el homicidio, la desaparición forzada y el desplazamiento debido a su ubicación estratégica, pues es un corredor que comunica algunos los municipios que forman parte de las provincias de Sumapaz y Tequendama; era un paso obligado atravesar la finca de don Alfonso López, un líder social comunitario, defensor de los derechos y protector de su comunidad; muchas veces narra doña Ana, con orgullo que se convertía hasta en mediador para solucionar los problema matrimoniales.

Miembro del comité de cafeteros y concejal del municipio y alguien cercano a la gente; padre de tres hijos y quienes fueran testigos esa noche del 19 de septiembre del año 2003 de su asesinato..., “y en esas oímos los tiros”, dijo apenas Vladimir, inclinando su cabecita, “ahí quedó nuestro papá”, relata doña Ana con voz entrecortada, con el mismo dolor de hace 15 años, pues sus lágrimas aún brotan fácilmente cuando describe la forma en que su marido fue sacado a la fuerza y ellos obligados a estar encerrados..., “no vamos a matar a nadie”, recuerda doña Ana que fueron las palabras que expresó uno de ellos antes de llevarse a don Alfonso sin embargo, la forma violenta de vulnerar su intimidad dejaba entrever otro final, los mismos hechos violentos de ingreso a su vivienda evidenciaban la forma como se venía construyendo un sentido en

la población, un sentido que a través de la violencia acercaba a la muerte, otra cosa era la que estaba esa madrugada en el corazón de don Alfonso.

Los relatos permiten entender que en un ámbito de guerra la muerte era una constante, era una gran probabilidad. Doña Ana manifiesta “... se acabó don Alfonso”, nostálgica y en medio de la soledad reafirma “lo mataron por política porque él no era un hombre malo...”, “tanto servir en esta vida, tanto para qué, nadie lo defendió”, reprocha doña Ana mientras observaba llorando su imagen en la pared.

El programa radial “Contando hasta 10” no solo visualiza a la víctima para su reconocimiento sino lleva a esa otra audiencia a construir la memoria a partir de la conciencia sobre las implicaciones que han llevado a cada situación, y es que “La memoria humaniza lo que la guerra deshumanizó, al reconocer y tomar conciencia de los hechos atroces que marcaron los contextos y cotidianidades; se trata de, hacer de la memoria ejemplar, la herramienta para no repetir los errores del pasado y continuar construyendo entonces procesos transformadores que fortalezcan los vínculos sociales” (Lizarazo, 2014).

La expresión “Se acabó don Alfonso”, condicionó en el imaginario de los colectivos del municipio de Tibacuy, enmarcado históricamente en una dinámica política direccionada en algunos casos hacia el comunismo, y que para algunas personas era peligrosa la capacidad de liderar y de tener iniciativa; “El reconocimiento del pasado y la construcción de la narración imaginativa, que se establecen, los parámetros de la negociación y del hallazgo a las soluciones de los conflictos...”, en ese sentido se requiere a partir de esa conciencia, revertir el miedo, recuperar la iniciativa y la capacidad de liderar nuevos procesos.

Y es que la capacidad de liderar se debe conservar a pesar de la adversidad, la lucha continua, manifiesta en uno de sus relatos a través de “Contando hasta 10”, Marinela Rico, quien a pesar de haber enfrentado la muerte drástica de su esposo en manos

de grupos ilegales; es constante en sus ideales de resistencia, de protección hacia los derechos; de crecer en comunidad y de trabajar por un reconocimiento y construcción del tejido social.

Marinela aún persiste en el valor de creer en procesos colectivos como única estrategia de transformación y desarrollo local, si bien *“Tibacuy tuvo que enfrentar una situación que marcó su historia y la de sus pobladores, no podemos quedarnos estancados en el pasado, se hace necesario avanzar, surgir y creo que poco a poco lo hemos venido haciendo, ha sido difícil rescatar la confianza y construirnos como comunidad, pero no imposible, queremos de un apoyo significativo, de un reconocimiento social y un escenario para hablar con la verdad...”*.

Marinela como sujeto en coyuntura apela a la suma de sus acontecimientos como capital simbólico que hace su historicidad: a este sujeto, no lo constituye la adversidad que vive, sino su identidad y es esta misma la que le aclara su rumbo; y entiéndase como historicidad el “conjunto de circunstancias que a lo largo del tiempo constituyen el entramado de relaciones en las cuales se inserta y cobra sentido algo, es el complejo de condiciones que hacen que algo sea lo que es: puede ser un proceso, un concepto o la propia vida” (Girola, 2011).

La radio narra otras historias, las de la mujer desplazada por el conflicto quien llega a una tierra para ella desconocida, es el caso de Lida quien tuvo que huir por las constantes amenazas, pero quien a pesar de haber sufrido todo un proceso de abandono aún conserva su identidad, su testimonio da cuenta de cómo se construye la historia a partir de vivir conscientemente la experiencia y de reconocerse sin importar su territorio, pues se llega a un lugar nuevo, desconocido y ajeno pero que a la vez posibilita la construcción de interacciones donde se configuran significados, apropiaciones y posibilidades; *“y es que uno no se puede desligar de sus raíces, de lo que se es como sujeto, considero que soy una persona que debe generar cambios en su comunidad y quizás esa facultad de servicio me*

ha permitido compartir mis conocimientos y formar colectivamente consciencia frente a los retos que tenemos, somos agentes que construimos y edificamos futuro, debemos asumir liderazgo y reconocernos en el otro... por el gusto que la gente aprenda y reconozca sus derechos, es que aún continúo con el ideal de liderar procesos”.

En la muestra, el 36% fue encuestada en los establecimientos de comercio y centros comerciales, el 30% fue abordada en los sitios de interés turístico, el 14% en los terminales de transporte o lugares destinados para esta función y el 20% restante en otros sitios.

Conclusiones

Los testimonios recuperados son parte de la historia de las mujeres víctimas del Tibacuy que hacen parte de una mirada colectiva que conduce a la comprensión y aprehensión de lo que dejó el conflicto armado. Este aún pervive en el dolor, la falta de reconocimiento crítico y el escepticismo de algunas de las víctimas. Allí hay un nuevo escenario de actuación tanto del Estado como de la comunidad en su conjunto para acoger a las víctimas y abrir un espacio para su articulación en la historia de un sujeto social o colectivo llamado Tibacuy.

La historia no pasará de ser más de una acumulación de hechos y personajes convertidos en datos, si no se historizan las mujeres víctimas y la población que vivió el conflicto. Historizar implica un proceso de concienciación y ubicación en un presente que no se vislumbra del todo claro. Allí está el conocimiento de los derechos humanos, pero también el derecho local, es decir, la identificación de cómo se resuelven los conflictos localmente y la repercusión de estas prácticas convertidas en sociales que no posibilitan la cohesión de los integrantes de la comunidad. En el momento, en apariencia hay un código social que opera mediante aspectos básicos como el asumir que el victimario es víctima o que el oportunismo tiene un garante social.

Es manifiesta la necesidad de la verdad, de saber el por qué de ciertas acciones. La reclamación a desensamblar esa doble vinculación victimario-víctima se siente individual cuando debería ser colectiva. De allí que algunos expresan que el perdón es una necesidad de las víctimas de ser pedido por los victimarios, y no simplemente, como una actitud individual que las víctimas asuman como autosuperación. Aún así, está la demanda latente de apoyo a la recuperación o estabilidad emocional, pues las mujeres han asumido solas esta difícil tarea.

La representación simbólica más encontrada es la indiferencia como marca social. Ante el asesinato de parientes, operó en algunos casos el oportunismo para hacer más víctima a los ya dolidos sobrevivientes, pero no se sintió el apoyo de la comunidad y aún hoy, hay desdén o evasión del compromiso social. Aquí cabe la no exigibilidad de la verdad ante varios hechos aún no connotados, pues es oscuro el móvil y sus protagonistas.

La percepción que más se destaca en las víctimas es la insuficiencia de la justicia. Esta falta de credibilidad fracciona el tejido social porque las instituciones del Estado se soportan en el funcionamiento de una justicia para todos.

La verdad, finalmente, sigue siendo una reclamación que en lo local significa hacer bien las cosas, dar la cara y mostrar a las nuevas generaciones que en efecto una comunidad se puede poner de pie y avanzar en confianza.

Referencias

- Basta ya. Colombia memorias de guerra y dignidad. Centro Nacional de Memoria Histórica (2013). Recuperado de <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/descargas/informes2013/bastaYa/basta-ya-colombia-memorias-de-guerra-y-dignidad-2016.pdf>
- Girol, I. (2011). Historicidad y temporalidad de los conceptos sociológicos, 73(26). Recuperado de <file:///C:/Users/ana.crismaldo/Desktop/Hostoricidad.pdf>
- Guerras, memoria e historia. Instituto de Estudios Políticos y Relaciones Internacionales de la Universidad Nacional de Colombia y el PNUD. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/anpol/v19n58/v19n58a09.pdf>
- Hernández, Fernández & Baptista (2010). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill.
- Método Fenomenológico. Experimental Libertador Instituto Pedagógico "Dr. Luis Beltrán Prieto Figueroa". Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/134133241/METODO-FENOMENOLOGICO>

Aproximación cualitativa de la Psicología Policial en el ejercicio del profesional de policía. Escuela de Policía Provincia de Sumapaz

Qualitative Approximation of Police Psychology in the Practice as a Police Professional. Sumapaz Province Police Academy

INTENDENTE JEFE NEIL ALEXANDER DÍAZ GIL

Jefe Grupo de Investigación

Escuela de Policía Provincia de Sumapaz

neil.diaz@correo.policia.gov.co

ING. IVÁN RODRIGO VARGAS RAMÍREZ

Asesor de Investigación

Escuela de Policía Provincia de Sumapaz

msc.ivanvargas@gmail.com

INTENDENTE MERY SÁNCHEZ ROJAS

Grupo de Investigación

Escuela de Policía Provincia de Sumapaz

merymu2015@gmail.com

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Aproximación cualitativa de la Psicología Policial en el ejercicio del profesional de policía. Escuela de Policía Provincia de Sumapaz

Resumen

La Escuela de Policía Provincia del Sumapaz, Intendente Maritza Bonilla Ruiz, desarrolla el proyecto de investigación Institucional "Pertinencia de la preparación en psicología policial" en dos vigencias con estudiantes que cursan el plan académico de Técnico Policial.

El estudio es de tipo cualitativo con estadística básica descriptiva que a través de una línea base inicial establecidas por un grupo focal de expertos que definieron 14 categorías, de las cuales se aplicaron a 50 egresados del 2015 de la Escuela, y otros 50 egresados del 2016; el segundo grupo participó en un curso de Psicológica Policial, orientado por funcionarios de la Escuela de Policía Provincia de Sumapaz, y la Agencia Francesa de Desarrollo, permitiendo la medición en el 2017 de las mismas variables.

Este artículo presenta el análisis de desconfianza, abuso de autoridad y orden para la atención de casos de los 14 factores analizados, obteniendo como conclusión que las variables disminuyeron en 31,9% en la ciudad de Fusagasugá (Cundinamarca), generando un nuevo plan de estudios que promueva el mejoramiento en el servicio e impacto policial.

Palabras clave: psicología, policía, comportamiento, conducta.

Abstract

The police academy "Provincia del Sumapaz", with Maritza Bonilla Ruiz as intendant, develops the institutional research project "Pertinence of the Training in Police Psychology" in two periods with students that are doing the Police Technician academic plan.

The study is of the qualitative type with basic descriptive statistics that through an initial baseline established by a focal group of experts who defined 14 categories, to which 50 graduates of the School applied to in 2015, and another 50 in 2016; The second group participated in a Police Psychology course, oriented by the functionaries of the "Provincia del Sumapaz" police academy, and the French Development Agency, allowing the measurement of the same variables in 2017.

This article shows the analysis of distrust and the abuse of authority and order for the attention to cases of the 14 analyzed factors, obtaining as a conclusion that the variables fell by 31.9% in the city of Fusagasuga (Cundinamarca), generating a new Plan of Studies that promotes the improvement in the services and impact of the police.

Keywords: Psychology, Police, Behavior, Conduct.

Introducción

La Escuela de Policía Provincia de Sumapaz, Intendente Maritza Bonilla Ruíz (ESSUM), tiene como misión formar y capacitar integralmente el talento humano de la Policía Nacional de Colombia, a través de un proyecto educativo institucional que busca desarrollar las competencias pertinentes y oportunas en el servicio de policía. La actualidad del país, exige cada vez una mayor reflexión y ejecución de nuevas herramientas y técnicas que permitan a los nuevos policías tener mayor claridad conceptual y estratégica para afrontar una realidad transformada por los procesos de transición a la paz, al fenómeno de la migración de venezolanos y el crecimiento de bandas criminales de microtráfico en el territorio nacional.

La institución superior ha desarrollado una serie de proyectos de investigación encaminados a establecer los mecanismos que permitan tener un policía más integral, con un entrenamiento mental y actitudinal contundente frente a la prevención y atención de los delitos; en este escenario, se desarrolla el concepto de Psicología Policial, el cual se convierte en el objeto del presente estudio, que busca la aceptación de un nuevo currículo transformador e integrador para que los estudiantes entiendan, mejoren sus destrezas y aporten a una transformación social, que oriente a los habitantes del país a un desarrollo sostenible basado en la seguridad ciudadana (Policía Nacional de Colombia, 2010).

Existe por parte de los colombianos y de la Dirección General de la Policía una necesidad imperiosa de educar y entrenar en Psicología Policial a los futuros policías, que aporte a la construcción de un policía más integral. Precisamente, se encuentran una serie de factores de riesgo que al no ser manejados adecuadamente por el cuerpo policial desencadena una serie de consecuencias perjudiciales para la institución, como por ejemplo las imprudencias, las extralimitaciones, la intolerancia y los malos procedimientos que desdibujan el actuar ético y profesional del policía; si bien es cierto que la

formación, capacitación y práctica constante es evidente, aún se desconocen aspectos a nivel comportamental que la Psicología Policial desde la academia se pueden replantear, para lograr un horizonte más amplio del comportamiento humano y el control de sus emociones.

El objetivo del proyecto es identificar la necesidad de incorporar en los planes de estudio de la ESSUM el componente de Psicología Policial para la promoción de una mejor prestación del servicio policial.

Marco de referencia

Estado del arte

A continuación, se plantean algunos conceptos relacionados con el tema que abordará la investigación y además se quiere referenciar algunos puntos de vista, criterios y autores, quienes se consideran de gran ayuda para el progreso de este estudio.

Formación del policía para situaciones de emergencia

A la policía se le presenta un campo más amplio de actuación que otras organizaciones de auxilio y rescate. Así, aunque no caigan de manera estricta en el motivo de trabajo, es necesario citar lo que se puede denominar desastres sociopolíticos, es decir situaciones de emergencia que resultan de las manifestaciones llevadas a cabo en las perturbaciones del orden público, como podrían ser las huelgas, situaciones de peligro en el desarrollo de manifestaciones de estrés, crisis y violencia cuyo resultado puede ser catastrófico (López, 1997).

Perfil, rol y formación del psicólogo jurídico

“Existen dos clases de policías, unas de ámbito estatal como son la Guardia Civil y la Policía con capacidad

de actuación en todo el territorio del Estado, y otras, Policías Autonómicas y Locales que dependen y ejercen su trabajo dependiendo de las Comunidades Autónomas y Ayuntamientos. Se trabaja en gabinetes y departamentos psicológicos para realizar funciones de selección y formación de personal, siendo estas actuaciones clásicas de la psicología del trabajo y de las organizaciones aplicadas al medio policial (Martínez, 1995).

A la selección y formación de policías como tarea tradicional de la Psicología Policial, se están incorporando otras tareas más complejas como son la formación especializada de mandos intermedios y oficiales, así como la creación y puesta en marcha de grupos especiales (Unidades de menores, delitos contra la sexualidad).

La preparación mental del policía en las intervenciones policiales

La mayoría de las veces, los profesionales tienen que vivir frente a un entorno conflictivo y arriesgado, actuando e interviniendo en situaciones que aparentemente pueden ser inofensivas. Por otro lado, las herramientas de trabajo añaden un riesgo que puede considerarse como un factor determinante del estrés y la presión, razón por la cual se hace necesario que el policía reúna una serie de requisitos o condiciones que le ayuden a enfrentar cualquier tipo de situación estresante, crítica o peligrosa que surja o pueda surgir en sus actuaciones policiales (Pérez, 2018).

Verdades, mentiras y su detección a partir del comportamiento no-verbal

La investigación muestra que las personas no somos buenos detectores de mentiras. ¿Sucedre lo mismo con los policías? ¿Es útil el entrenamiento para detectar mentiras que los policías pueden recibir? Ser policía o recibir entrenamiento para detectar mentiras no incrementa la capacidad para discriminar otras situaciones

subyacentes, sino que sesga los juicios de veracidad, fenómeno conocido como Efecto del sesgo del investigador (Garrido, Masip & Herrero, 2006).

Primeros auxilios psicológicos y emocionales

El policía auxiliar de argentina realiza tareas de prevención y asistencia a víctimas de abusos sexuales y violencia, así mismo capacita y entrena para la atención frente a situaciones de crisis antes, durante y después a fin intervenir acertadamente y cuidar quienes sean considerados víctimas (Nuñez, 2004).

Manual de Implementación del Protocolo de Actuación Policial en Materia de Violencia de Género

Fortalecimiento de las instituciones de seguridad pública de los tres órdenes de gobierno, responsables de la prevención social de la violencia y de la delincuencia en sus respectivos ámbitos de competencia, así como al servicio de aquellas organizaciones de la sociedad civil (Secretaría de Seguridad Pública, 2010).

Intervención en violencia de género. Consideraciones en torno al tratamiento

En el momento de plantearnos una intervención psicológica con una mujer víctima de la violencia de género, se hace necesario analizar desde qué marco de valores vamos a emprender la tarea. En este trabajo consideramos una serie de aspectos que, independientemente del marco teórico de quien lleve a cabo la actuación, encuadran la intervención y le dan sentido. Por otro lado, analizamos cuáles son los aspectos previos que deberíamos explorar en una víctima de violencia de género para no realizar intervenciones indiferenciadas, sino teniendo en cuenta la especificidad de la mujer y ayuda a su recuperación de forma eficaz (Romero, 2010).

Marco conceptual

Perfil, rol y formación del psicólogo jurídico

La configuración de la Psicología Jurídica se fundamenta como una especialidad que desenvuelve un amplio y específico ámbito entre las relaciones del mundo del Derecho y la Psicología tanto en su vertiente teórica, explicativa y de investigación, como en la aplicación, evaluación y tratamiento, comprende el estudio, explicación, promoción, evaluación, prevención y en su caso, asesoramiento y/o tratamiento de aquellos fenómenos psicológicos, conductuales y relacionales que inciden en el comportamiento legal de las personas, mediante la utilización de métodos propios de la Psicología Científica y cubriendo por lo tanto distintos ámbitos y niveles de estudio e intervención (Martínez *et al.*, 1995).

Los trabajos realizados por Mercedes Rodrigo y su grupo de colaboradores de la Sección de Psicotecnia, entre 1939 y 1947, se centraron en la selección de estudiantes a las diversas facultades de la Universidad Nacional. Se utilizaron como *test* el Army Alfa, una prueba de cultura general, el *test* de Toulouse-Pierón, el *test* de Aptitud Médica de Moss, Hunter y Hubbard (adaptado al medio colombiano y que se aplicó únicamente a estudiantes de medicina), el Thurstone de inteligencia lógica (para Derecho), y el de Inteligencia Espacial de Donaiwsey (para Ingeniería).

La carrera de psicólogo en Colombia es una consecuencia de la madurez de la psicología como disciplina en el país, y no sólo de estas necesidades de trabajo aplicado. Durante las décadas de 1930 y de 1940 se trabajó mucho en psicología y Colombia había recibido la influencia de los nuevos enfoques científicos y profesionales de la psicología a nivel mundial.

Gerardo Molina (1906-1991), fue uno de los líderes y promotores de nuevas carreras que se centraron en institutos. En la Universidad Nacional se crearon con su apoyo y colaboración directa tres institutos: el de

Psicología Aplicada, el de Economía y el de Filosofía y Letras. El Instituto de Psicología Aplicada se convirtió en Facultad de Psicología mediante el acuerdo 59 del 12 de noviembre de 1957. Comienza actividades en 1958, siendo la primera Facultad de Psicología de América Latina.

Su primera Decana fue Beatriz de la Vega. Debido a una reforma general de la Universidad Nacional, que buscó "departamentalizar" las Facultades, en 1966 (Acuerdos 49 y 71), la Facultad de Psicología se convirtió en Departamento de Psicología de la Facultad de Ciencias Humanas.

Entre 1947 y hoy se han creado diversos programas de psicología en Colombia, la mayor parte facultades de Psicología. Los dos periodos de máximo crecimiento han sido los comienzos de la década del setenta y los comienzos de la década del noventa.

Metodología

Tipo de investigación

La investigación es de tipo cualitativo, con un enfoque descriptivo porque busca especificar las propiedades, características, perfiles y elementos intervinientes en el problema planteado. En tal sentido, Tamayo (2003), plantea que una investigación descriptiva, comprende el registro e interpretación de la naturaleza actual.

La investigación de nivel descriptivo se enfoca hacia la búsqueda de información precisa del fenómeno a estudiar en dos momentos definidos en el proyecto institucional de la Escuela.

Tipo de diseño

El proyecto es un estudio exploratorio del tipo no experimental, se observan fenómenos, no se construye ninguna situación, no se establecen hipótesis y corresponde a un diseño descriptivo. La muestra en cada una de las mediciones fueron cincuenta exalumnos en el

año 2015 y cincuenta exalumnos del 2016. La población total en el 2015 y 2016 son cincuenta personas que se determinaban como una sección de seis, representado el 100%.

La investigación se desarrolla en conjunto con la Agencia Francesa de Desarrollo, en donde se realizaron actividades de sensibilización y capacitación para posteriormente evaluar los conocimientos, las actitudes y las prácticas del personal de policía. El instrumento inicial realizado fue un grupo de expertos para identificar las variables que son necesarias para definir un módulo de Psicología Policial para la seguridad ciudadana en el territorio. Este grupo está constituido por comandantes de estación, docentes, egresados, Secretaria de Seguridad, consultores de la Agencia Francesa y representantes de la comunidad. Los factores en su orden son:

1. Desconfianza.
2. Abuso de la autoridad.
3. Orden para la atención de casos.
4. Estabilidad emocional.
5. Asertividad.
6. Obediencia.
7. Amistad.
8. Efectividad.

9. Curiosidad intelectual.
10. Imaginación.
11. Reserva.
12. Ansiedad.
13. Complejidad intelectual.
14. Introversión.

Con base en esta identificación, se creó un sistema de 17 dimensiones para medir los resultados con el propósito de comparar y definir la oportunidad de aplicar el módulo de forma permanente en la Escuela. El alcance de este artículo de investigación representa los tres primeros factores establecidos; siendo el primero la “desconfianza”, que se mide por la variable “abuso de autoridad”; el segundo es “orden para la atención de casos”, que se estudia a través de la variable “casos por mala prestación del servicio”; y el tercero, es el de “efectividad”, que es evaluado por la variable “no llegar oportunamente para la atención de casos de policías”. Los demás resultados de factores se relacionan en un capítulo del libro de investigación de la Policía Nacional de Colombia.

Fases de la investigación

El desarrollo de la investigación se presenta en las siguientes fases:

Tabla 1. Fases de la investigación. **Fuente:** Elaboración propia.

Fase	Descripción	Año
Análisis documental	Se desarrolló un ejercicio de búsqueda, contextualización y definición del concepto de Psicología Policial	2015
Diseño de instrumento	Se desarrolla en conjunto con las entidades involucradas un cuestionario para identificar la línea base y final sobre Psicología Policial a través de un grupo focal	2016
Aplicación de instrumento	Se selecciona una muestra estratificada de los estudiantes, donde se aplican los 14 factores definidos	2016
Capacitación y acompañamiento	Se desarrollan cursos adicionales al plan curricular de la Escuela para mejorar las competencias sobre psicología social	2016

Continúa en la siguiente página.

Continuación Tabla 1.

Fase	Descripción	Año
Segunda medición	Se realiza la medición a nivel de indicadores de gestión de los policías en los mismos escenarios de trabajo que la línea inicial	2017
Análisis y conclusiones	Se revisan los resultados, se constatan con los objetivos y se define el documento resultado de la investigación que permite la creación de un nuevo plan de estudios en el desarrollo curricular de la Escuela	2017 y 2018

Resultados y análisis

Las tres variables definidas por los factores analizados en el presente artículo para la muestra establecida en el mes d, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Variables medidas. **Fuente:** Elaboración propia.

Variables	2016	2017	Diferencia	Porcentajes de diferencia %
Abuso de autoridad	120	69	-51	57,5
Casos por mala prestación del servicio	190	82	-108	43,15
No llegar oportunamente para la atención de casos de policías	320	124	-196	38,75
Total	630	275	-355	31,9

La Afectación del servicio de policía al año 2017 se redujo en un 31,9% con respecto al 2016, mientras que el Abuso de autoridad disminuyó en un 51%, los casos por mala prestación de servicio se redujeron en 2017 al 43,15% y la atención a la comunidad en la no llegada tarde de los policías bajo un 38,75% con respecto a la vigencia anterior.

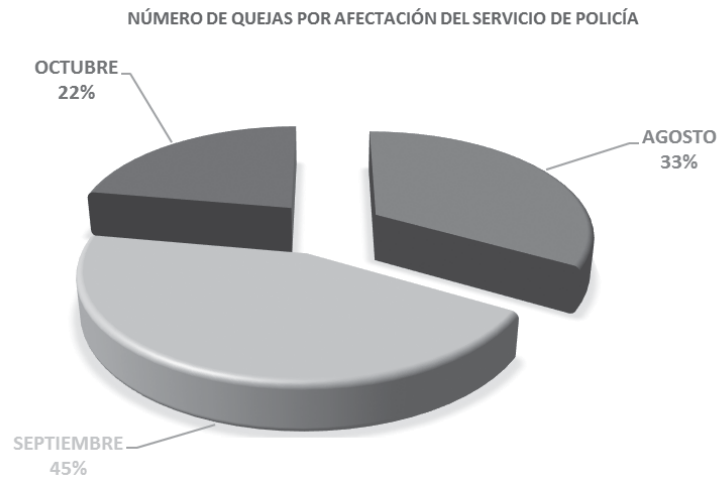
Resultados de indicador

En otra medida que utiliza la Administración Pública en los territorios y la Policía Nacional con el instrumento

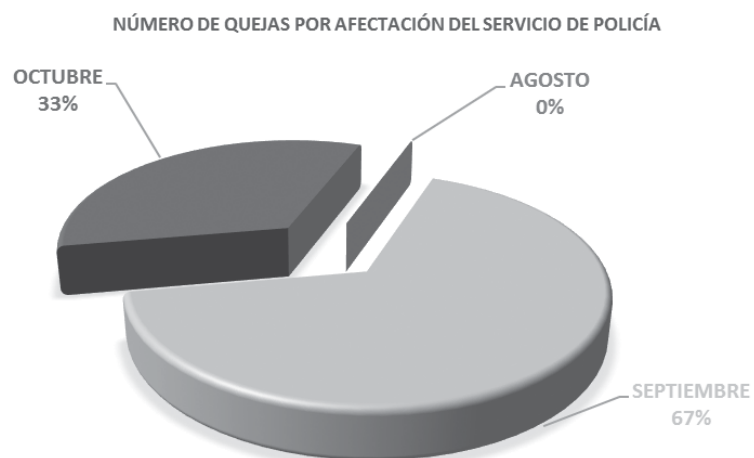
de medición de quejas realizadas por la comunidad, esta información se filtró en el municipio donde trabajaron en su primer año de egresados, tanto los exalumnos del 2015 y del 2016 que fueron medidos los primeros en el 2016 y los segundos en el 2017. El ejercicio presente se realiza en la Estación de Policía Fusagasugá, realizando un comparativo de los periodos comprendidos de agosto a octubre de cada año, en donde se obtiene una reducción sustancial de quejas con afectación del servicio de policía al recibir el módulo de Psicología Policial.

Tabla 3. Resultados de 2016. **Fuente:** Elaboración propia.

2016		
AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
3	4	2



2017		
AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
1	2	2



Al realizar el comparativo entre el total de casos analizados 2016 y 2017, se evidencia que existe una reducción del 44,4% de quejas por afectación del servicio de policía, argumentos que soportan los buenos resultados luego de aplicación de la Psicología Policial al grupo experimental de profesionales policía. De esta forma, se cumple el objetivo estratégico propuesto del proyecto implementado en el año 2017.

Conclusiones

El curso de Psicología Policial en el técnico profesional que se enseña en la ESSUM es viable de aplicar en los actuales estudiantes, buscando mejorar la prestación del servicio policial, que se refleja tanto en las mediciones de los 14 factores establecidos por el grupo experto y por el número de quejas reportadas en los mismos meses, pero de años diferentes.

El grupo de exalumnos de las vigencias del 2016 tienen la capacidad para lograr relaciones interpersonales amables, que expresan la apertura en cuanto a la expresión emocional y afectiva.

Todos los policías profesionales cuentan con un buen pensamiento abstracto, muestran disposición para crear ideas originales o plantear situaciones que les ayuden a anteponerse a posibles escenarios. Tienen la capacidad para diagnosticar apropiadamente las características de las personas que estén bajo su mando para precisar la posición normativa o directiva que deberá manifestar para el logro de una buena administración.

En cuanto a su actuar laboral evidencian sentido del deber, de la perseverancia, poseen audacia para resolver situaciones sociales.

Los tres factores principales seleccionados para la prestación de un servicio policial con base en la Psicología Policial presentados por el grupo de expertos son los factores de desconfianza, abuso de la autoridad y de orden para la atención de casos como los más representativos.

Referencias

- Garrido, E., Masip, J. & Herrero, M. (2006). Verdades, mentiras y su detección a partir del comportamiento no-verbal. *Psicología Jurídica*. Madrid: Pearson Educación.
- López, M. (1997). Formación del policía para situaciones de emergencias. *Revista Papeles del Psicólogo*, 68. Recuperado de <http://www.papelesdelpsicologo.es/resumen?pii=766>
- Martínez, L. (1995). Perfil, rol y formación del psicólogo jurídico. *Revista Papeles del Psicólogo*, 63. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=892402>
- Núñez, D. (2004). Primeros auxilios psicológicos y emocionales. *Material de uso para bomberos voluntarios ante situaciones operativas de emergencia, crisis, pánico y catástrofes*. Recuperado de <http://www.medioscan.com/pdf/auxiliospsicologicos.pdf>
- Pérez, M. (2018). La preparación mental del policía en las intervenciones policiales. *Psicología legal*. Recuperado de <https://www.psicologia-online.com/la-preparacion-mental-del-policia-en-las-intervenciones-policiales-2637.html>
- Policía Nacional de Colombia (2010). Proyecto educativo institucional. Tomo 4.1 *Policía Nacional de Colombia*. Recuperado de https://www.policia.gov.co/sites/default/files/tomo_4-1_proyecto_educativo_institucional.pdf
- Romero, I. (2010). Intervención en violencia de género. Consideraciones en torno al tratamiento. *Revista Psychosocial Intervention*, 19(2), (pp 191-199). Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/inter/v19n2/v19n2a10.pdf>
- Secretaría de Seguridad Pública. (2010). *Manual de Implementación del Protocolo de Actuación Policial en Materia de Violencia de Género*. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/50084/8_MANUAL_IMPLM_PROTOCOLO_ACT_POLICIAL.pdf
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. Cuarta edición. México D.F.: Limusa, Noriega Editores.

Censo y caracterización de personas con diversidad funcional del municipio de Fusagasugá

Census and Characterization of People with Functional Diversity in the Municipality of Fusagasugá

FREDI RODRÍGUEZ ORTIZ

Semillero de investigación SIEDEP

fredyrodriquezortiz2017@gmail.com

JOSÉ BERNARDO LANZA RODRÍGUEZ

Instructor de investigación SIEDEP

jblanzar@misena.edu.co

**WILMER ALEJANDRO MARTÍNEZ
RODRÍGUEZ**

Semillero de investigación SIEDEP

am7558994@gmail.com

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Censo y caracterización de personas con diversidad funcional del municipio de Fusagasugá

Resumen

El SENA, en un proyecto investigativo, trabajó con, caracterizó y censó a las personas en situación de discapacidad en el municipio de Fusagasugá, mediante la evaluación de la información contenida en la base de datos realizada por los aprendices del semillero de investigación SIEDEP.

Para tal motivo, se crearon tres fases: en su primera fase, se procedió a gestionar con la entidad Centro de Vida, las capacitaciones y formato de recopilación de datos del Ministerio de Salud y la creación de un documento anexo del semillero SIEDEP. En la segunda fase, se inició el trabajo de campo con aprendices de entrenamiento deportivo, actividad física y aprendices SENNOVA; y como última fase se procedió a tabular la información obtenida y realizar el reporte documental.

Teniendo en cuenta lo anterior, se identificaron 246 personas disfuncionales, lo cual permitirá proponer algunas acciones de política pública en discapacidad en el municipio de Fusagasugá.

Palabras clave: actividad física, censo, discapacidad, disfuncional, política pública.

Abstract

In an investigative project, SENA worked with, characterized and made a census to people in a situation of disability in the municipality of Fusagasuga, by evaluating the information contained in the database made by the apprentices of the SIEDEP "seedbed" research center.

For this purpose, three phases were created: in its first phase, it was proceeded to manage with the Centro de Vida entity, the training and data collection format of the Ministry of Health and the creation of an annex document of the SIEDEP seedbed. In the second phase, fieldwork began with apprentices in sports training, physical activity and SENNOVA apprentices; and as a last phase it was proceeded to tabulate the acquired data and make the documentary report.

Taking into account the above, 246 dysfunctional people were identified, which will allow proposing some public policy actions on disability in the municipality of Fusagasuga.

Keywords: Physical Activity, Census, Disability, Dysfunctional, Public Policy.

Introducción

El gobierno colombiano, en cabeza del Ministerio de Salud y Protección Social como ente rector del Sistema Nacional de Discapacidad y coordinador de la Política de Discapacidad, en el 2013 aprobó el documento Conpes (Consejo Nacional de Política Económica y Social) 166 de 2013 que define la Política de Discapacidad. En el documento se especifican los lineamientos, estrategias y recomendaciones para avanzar en la implementación de la Política Pública de Discapacidad e Inclusión Social, contribuyendo de esta manera al propósito de lograr el goce pleno en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades fundamentales por todas las personas con discapacidad (Discapacidad Colombia, 2018).

Sin embargo, uno de los principales inconvenientes se registra en oficinas y entidades gubernamentales en donde a la hora de recibir atención, esta población no cuenta con expertos en lenguaje de señas —para el caso de personas sordas— y otros insumos necesarios (*El Tiempo*, 2017).

Dado así, la política social del gobierno tiene como objetivos superar la pobreza y lograr una mayor equidad e integración social en nuestro país. Para ello desarrolla acciones tendientes a suplir las carencias sociales más graves de la población, a asegurar el acceso de la población a los servicios sociales básicos y a mejorar las propias capacidades de generación de ingresos de las personas y grupos sociales (Barinas, 2013).

La Alcaldía Municipal de Fusagasugá, junto con el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, han identificado como uno de los grupos prioritarios de la política pública a las personas con discapacidad, en tanto constituyen un grupo vulnerable que, por sus características no puede acceder por sí solo a los frutos del desarrollo socioeconómico.

Las causas de la discapacidad a nivel de individuo, independientemente de su edad o sexo, no son

únicamente orgánicas (congénitas o adquiridas), sino que están fuertemente relacionadas a factores de alto riesgo social, como la pobreza. En Fusagasugá, parte importante de las personas con discapacidad vive en condiciones de pobreza y marginación social, además de carecer de los instrumentos tradicionales de presión y de representación de sus intereses.

El concepto central en torno al cual se organiza el accionar público respecto de las personas con discapacidad es el de integración social, basado en el respeto a los derechos humanos y a la diversidad. Se trata de un proceso complejo, al cual deben contribuir los organismos del Estado, las organizaciones de la sociedad civil y todos los ciudadanos.

Uno de los grandes problemas que a nivel municipal se ha debido abordar para definir políticas y estrategias orientadas a lograr la integración social de las personas con discapacidad, ha sido la cuantificación y caracterización de la población. Esto debido a la carencia de fuentes de información sociodemográficas que permitan contar con estadísticas que identifiquen los diferentes tipos y grados de discapacidad que puede tener una persona y sus condiciones socioeconómicas (Cooperación, 1999).

La inclusión de la discapacidad como grupo vulnerable de la Política Pública ha permitido crear paulatinamente una sensibilización respecto a este tema a nivel de los organismos y servicios tanto públicos y privados, como de la población en general.

Por otro lado, el Registro de Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad (RLCPD), es una herramienta nacional, direccionada por el Ministerio de Salud y Protección Social, que permite recoger vía web información sobre dónde están y cómo son las personas con algún tipo de discapacidad residentes en Colombia. Su objetivo es proveer información estadística sobre las personas en situación de discapacidad en apoyo al desarrollo de la Política Nacional de Atención a las Personas con Discapacidad, de los

Fase II. Trabajo de campo

La fase II consistió en la articulación con Centro de Vida Sensorial del municipio de Fusagasugá y las juntas de acción comunal de cada una de las veredas y barrios del municipio, realizando encuestas con aprendices de las tituladas de entrenamiento deportivo, actividad física y semilleros de investigación del Centro Agroecológico y Empresarial de Fusagasugá, donde se visitaron las veredas del sur con el apoyo de los presidentes de las juntas de acción comunal. Algunas veredas de esta zona presentaban difícil acceso, por lo cual se contrataron camperos que movilizaran el equipo de trabajo del semillero investigativo SIEDEP.

Posteriormente, se pasó a Chinauta donde el grupo de entrenamiento deportivo acompañó el proceso

de censo realizando la encuesta desde el sector de ca-
necas hasta la pampa con destino a la parte poblada
del municipio, se dio inicio al censo de la cabecera
municipal dejando la parte del centro poblado como
último lugar por aplicar la encuesta, contando así los
corregimientos Suroriental, Suroccidental, Nororien-
tal y en gran parte Occidental censado, teniendo un
68% de la población censada como resultado signifi-
cativo para la tabulación de los datos registrados en-
tregados al ente encargado de la sistematización del
documento. A continuación, se muestran los espacios
censados en el municipio de Fusagasugá (comunales y
corregimientos) y algunas imágenes que evidencian
el desarrollo de las encuestas a las personas con di-
versidad funcional.

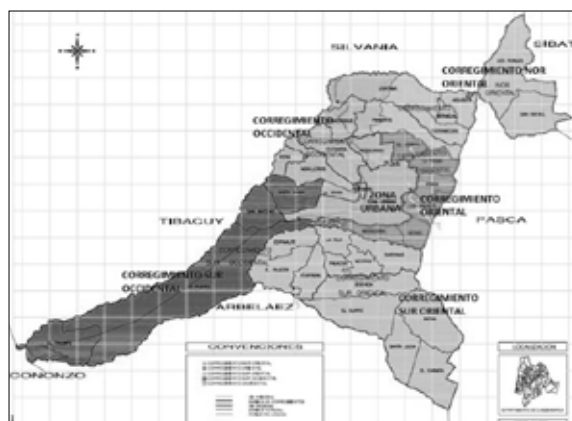


Imagen 2. Corregimientos del municipio de Fusagasugá.
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 3. Zonas urbanas (comunas) en el municipio de Fusagasugá.
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 4. Censo y caracterización a persona disfuncional en el corregimiento El Placer del municipio de Fusagasugá. **Fuente:** Elaboración propia.



Imagen 5. Desplazamiento, censo y caracterización en los corregimientos del municipio de Fusagasugá. **Fuente:** Elaboración propia.

Fase III. Tabulación de datos

Como última fase del censo y caracterización de la población con discapacidad del municipio de Fusagasugá, se precedió a realizar la tabulación de datos proporcionados por el Centro de Vida Sensorial y la Secretaría de Desarrollo Social, junto con el formulario anexo del proyecto investigativo SIEDEP, conformando soportes para la creación de políticas públicas de inclusión de personas en situación de discapacidad.

Resultados y discusión

El proyecto investigativo realizado por el semillero SIEDEP dio como resultado un censo poblacional de personas en situación de discapacidad, arrojando un número de censados de 246 personas donde se evidencia que el 57% de esta población censada son hombres y el 43% son mujeres.

En los siguientes enunciados podremos evidenciar algunos resultados relevantes de la investigación:

- Se observó que el 78% de las personas viven en la cabecera municipal y el 18% vive en el área rural, mientras que el 4% de la población cuenta con su residencia en el área centro del municipio.
- Una de las preguntas fundamentales de la encuesta, es si la persona requiere permanentemente de la ayuda de otra para realizar las actividades de su vida diaria, en el cual el resultado obtenido fue que un 53% de las personas sí requieren ayuda para sus actividades cotidianas.
- Una pregunta fundamental para el proyecto investigativo, es si las personas saben leer y escribir, lo cual arrojó que el 56% de las personas sí saben.
- De igual forma, se preguntó a las personas si le dieran la oportunidad de estudiar, ¿lo haría?, el 71% de los censados contestaron que sí estudiarían.

Estas son algunas preguntas realizadas para la inclusión de estas personas en los ambientes académicos, culturales y deportivos, propiciando la creación de políticas públicas en el municipio de Fusagasugá.

No obstante, las cifras de la encuesta SENA nos ayudan a que el Centro proporcione programas para las personas. A continuación, se darán a conocer algunas preguntas con su respectiva tabulación del formato anexo del semillero SIEDEP.

- Una pregunta fundamental para el SENA es si ha recibido algún tipo de capacitación por este ente, las respuestas arrojaron que el 89% de personas no ha recibido ningún tipo de instructivo, mientras que el 2% ha recibido formación técnica.
- Otra pregunta primordial para el SENA y sus tituladas de deportes es si las personas practican algún tipo de actividad física adaptada, las respuestas fueron que el 83% no practican ningún tipo de actividad.

El censo y caracterización de esta población proporciona insumos a la administración municipal para llegar a estas personas con programas de interés y oportunidades laborales dando inicio a la Política Pública.

A continuación, se presentan algunas de las tabulaciones de las preguntas más relevantes del formato del semillero de investigación SIEDEP.

La Imagen 6 muestra el resultado de la encuesta en términos de que si la persona en condición de

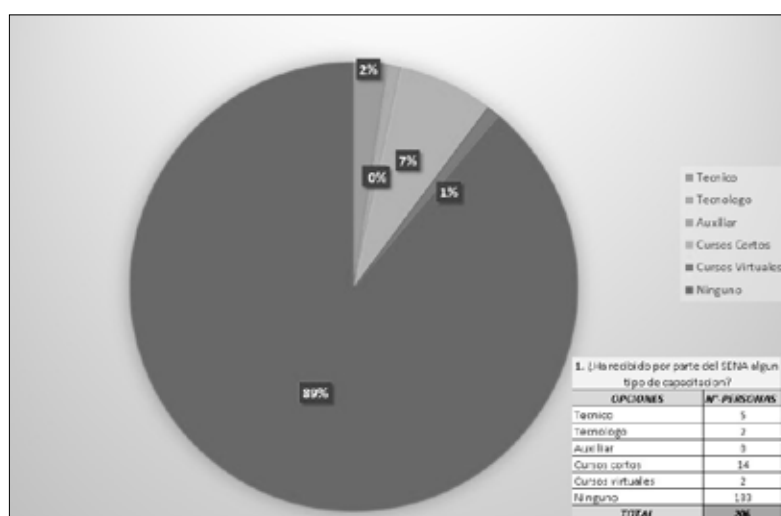


Imagen 6. ¿Ha recibido por parte del SENA algún tipo de capacitación?

Fuente: Elaboración propia.

discapacidad ha realizado en el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA de Fusagasugá u otro municipio, algún tipo de formación profesional. Sin embargo, de acuerdo con los datos obtenidos, observamos que 183 personas disfuncionales equivalentes a un 89% de la población con discapacidad, NO ha realizado ningún curso técnico o tecnológico.

Por otro lado, se muestra que 5 personas Sí han realizado formaciones técnicas en esta entidad, 2 en formación tecnológica, 14 se han formado a través de cursos cortos y 2 personas en cursos virtuales.

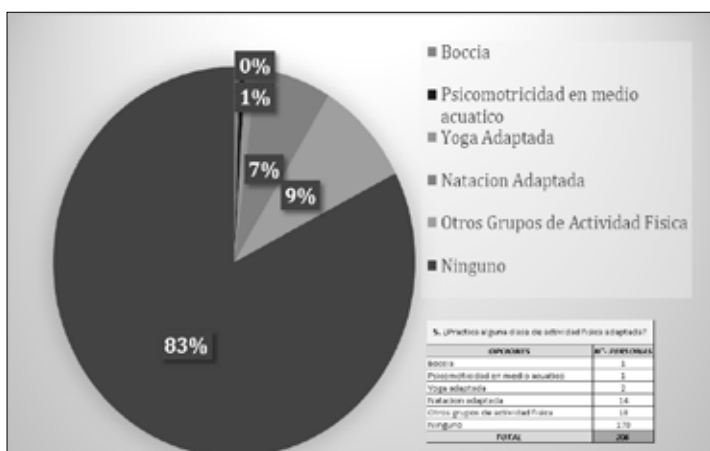


Imagen 7. ¿Practica alguna clase de Actividad Física Adaptada? **Fuente:** Elaboración propia.

En la Imagen 7 se observa el resultado de la encuesta que indaga sobre si la persona practica algún tipo de Actividad Física Adaptada. Es decir, todo tipo de actividad que le genere un gasto de energía y que la persona disfuncional se encuentre en la habilidad de realizar. En la imagen se encuentran algunos deportes que genera la Actividad Física Adaptada. De acuerdo con lo anterior, se evidencia que el 83% de la población discapacitada NO realiza actividad física, de manera que se denominan personas sedentarias y no promueven la actividad física ya sea porque no les gusta o no se sienten en la capacidad de realizarla por su discapacidad.

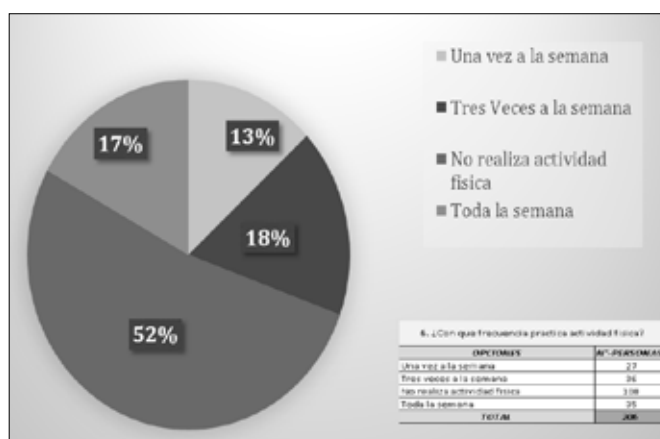


Imagen 8. ¿Con qué frecuencia practica actividad física? **Fuente:** Elaboración propia.

Por último, en la Imagen 8 se evidencian los resultados relacionados con la pregunta a ¿con qué frecuencia la persona realiza actividad física? De acuerdo con esta imagen encontramos varias personas que realizan actividad física, sin embargo, el 52% de las personas disfuncionales no lo hacen ya sea por su discapacidad, porque su familia no lo permite o no le queda tiempo para realizarlo.

Conclusiones

Uno de los mejores indicadores del grado de desarrollo alcanzado por una sociedad es la capacidad para integrar a personas de diferentes condiciones, ofreciéndoles oportunidades para realizar con éxito y en términos de igualdad un proyecto de vida digno.

La presencia de individuos o grupos con distintos tipos y grados de discapacidad o diversidad funcional con dificultades ante algunas actividades cotidianas y en su incorporación a tareas y contextos sociales, abre un importante reto en este sentido más allá de los enfoques tradicionales que tenían el peso de la intervención en la rehabilitación individual de los afectados.

Los resultados del presente estudio permiten caracterizar la situación de diversidad funcional en el

municipio de Fusagasugá, Cundinamarca, teniendo así un insumo para establecer una Política Pública, la inclusión de las 246 personas objeto de la investigación será planteada a los entes municipales de Fusagasugá y al Servicio Nacional de Aprendizaje SENA para proporcionar programas específicos a este tipo de población, llegando a cada una de las veredas, comunas y barrios con actividades ya sean académicas, deportivas o culturales.

El propósito de la inclusión de dichas personas desde la Alcaldía Municipal de Fusagasugá, es apoyarlas con programas laborales y de emprendimiento empresarial, ya que gran parte de la población censada son de bajos recursos.

Por otro lado, la investigación realizada por el semillero de investigativo SIEDEP proporciona a los entes municipales información sobre la necesidad que presenta esta población, de igual forma la administración municipal debe ampliar a diferentes comunas y corregimientos programas como el que se desarrolla en el Centro de Vida Sensorial, dando inclusión a estas personas con el fin de facilitar el desplazamiento y una atención más pertinente.

Agradecimientos

A Carlos Gilberto Donoso Albarracín, Líder Sennova. Al Centro de Vida Sensorial de Fusagasugá y a los presidentes de Juntas de Acción Comunal.

Referencias

- Barinas, S. Y. (2013). *Caracterización de la situación de la población con diversidad funcional en el municipio de Nopsa, Boyacá, según diagnóstico realizado por el Hospital Regional de Sogamoso en el año 2013*. Universidad Nacional, Boyacá, Nopsa.
- Cooperación, M. D. (1999). *Caracterización de la población con discapacidad*. Santiago de Chile.
- Discapacidad Colombia (05 de octubre de 2018). *Discapacidad Colombia*. Recuperado de Discapacidad Colombia: <http://www.discapacidadcolombia.com/index.php/estadisticas>
- El Tiempo*. (22 de mayo de 2017). *La deuda del país con su población en condición de discapacidad*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/poblacion-en-condicion-de-discapacidad-y-sus-necesidades-en-colombia-90880>

Obtención de un granulado a partir de subproductos de la industria alimenticia por medio del diseño e implementación de una trituradora a escala semindustrial de Tetra Pak

Obtaining a Granulate from Derivative Products of the Food Industry Through the Design and Implementation of a Tetra Pak Semi-Industrial Scale Shredder

ORLANDO CASTRILLÓN GARCÍA

**Centro de Desarrollo
Agroempresarial - Chía**
orcastrillong@sena.edu.co

DIANA PAOLA MORA CASTRO

**Centro de Desarrollo
Agroempresarial - Chía**
dpmorac@misena.edu.co

EDGAR DANIEL ANDRADE GONZÁLEZ

**Centro de Desarrollo
Agroempresarial - Chía**
eandradeg@sena.edu.co

**Subsede Cajicá, Formación Técnicos
en Mantenimiento Mecánico**

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Obtención de un granulado a partir de subproductos de la industria alimenticia por medio del diseño e implementación de una trituradora a escala semindustrial de Tetra Pak

Resumen

En la actualidad, los subproductos de la industria alimentaria como el Tetra Pak, representan un 54% del total de contaminantes a nivel mundial y 35% en Colombia. Por lo anterior, su tratamiento abre la oportunidad de darle un valor agregado a través de la elaboración de derivados del mismo.

Sin embargo, se debe hacer un tratamiento previo de la materia prima lo cual encarece los costos de producción.

Es así, que el objetivo de esta investigación fue diseñar una máquina trituradora de Tetra Pak para generar un desecho reciclable y de alto potencial por sus componentes como el cartón, el aluminio, y el plástico - todos reutilizables en el sector industrial. La máquina diseñada cumplió la función de convertir el Tetra Pak en pequeñas unidades (desintegra). Esta nueva materia prima junto con el proceso de compactación fue importante en la obtención de nuevos productos.

Palabras clave: contaminación, reciclaje, reutilización, Tetra Pak, trituradora.

Abstract

At present, the food industry's sub products like Tetra Pak, represent a 54% of the total of contaminants at a world-wide level and a 35% for Colombia. Therefore, its treatment opens the opportunity to give it an added value through the elaboration of derivative products thereof.

Nevertheless, a previous treatment of the raw material must be done before, which raises the production costs significantly.

Things are such that the objective of this investigation was to design a Tetra Pak shredding machine in order to generate a recyclable, high-potential refuse due to its components like carton, aluminum and plastic, all of them re-usable in the industrial sector. The designed machine accomplished its function of converting the Tetra Pak residue in small units (disintegrates). This new raw material alongside the compacting process were important in the acquisition of new products.

Keywords: Pollution, Recycling, Reuse, Tetra Pak, Crusher.

Introducción

La industria de la construcción requiere de materiales con propiedades físicomecánicas y estructurales, que deben garantizar bajo peso, ser altamente resistentes y tener una prolongada vida útil. Propiedades de ciertas combinaciones de dos o más materiales que se pueden utilizar en diversas aplicaciones (construcción, aerodinámicas, subacuáticas, transportes) (Núñez, 2005).

Lograr una buena adhesión entre los materiales no es fácil, ya que en general se trata de diferentes sustratos (papel, polímero, metal), y una adecuada adhesión depende del contacto superficial entre las caras de los diferentes materiales que intervienen en el proceso.

En el pasado reciente se diseñaron los envases de Tetra Pak siguiendo uno de los fundamentos de la sustentabilidad: ahorrar más de lo que cuesta en el aspecto económico, ambiental y social. Con el desarrollo de la industria del plástico se ha promovido indiscriminadamente el uso de envases de Tetra Pak, los que después de una muy corta vida útil se convierten en basura, contribuyendo a deteriorar el medio ambiente (Inche, Chung, *et. al.*, 2003). Una vez que cumplió su función como contenedor para alimentos, presenta un valor agregado ya que puede:

- Ser incinerado para generar energía.
- Ser reciclado para la fabricación de papel.
- Ser utilizado para fabricación de láminas y productos aglomerados.

Los envases de Tetra Pak se reciclan de diferentes maneras, el proceso general comienza con el acopio de los envases Tetra Pak para posteriormente lograr separar los envases en dos componentes: a) celulosa y, b) polietileno-aluminio. Estos materiales se pueden comprimir para formar material aglomerado

o separarlo en sus diferentes componentes para la fabricación de otros productos (American National Standard ANSI/ASTM D 1037-78).

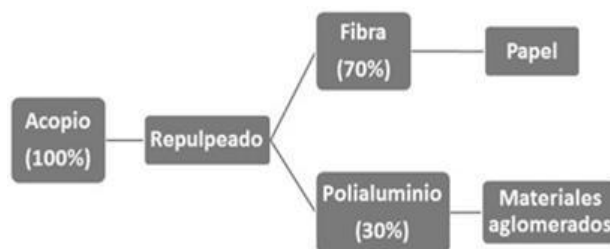


Figura 1. Proceso de recuperación final.

Fuente: Elaboración propia.

Los envases de Tetra Pak para bebidas están constituidos de papel (70%), polietileno de baja densidad (25%) y aluminio (5%); conformados por seis capas, cuyas funciones son (Osechas, 2010):

- **Primera capa**
Polietileno (protege el envase de la humedad exterior).
- **Segunda capa**
Papel (brinda resistencia y estabilidad).
- **Tercera capa**
Polietileno (ofrece adherencia fijando las capas de papel y aluminio).
- **Cuarta capa**
Aluminio (evita la entrada de oxígeno, luz y pérdida de aromas).
- **Quinta capa**
Polietileno (evita que el alimento esté en contacto con el aluminio).
- **Sexta capa**
Polietileno (garantiza por completo la protección del alimento).

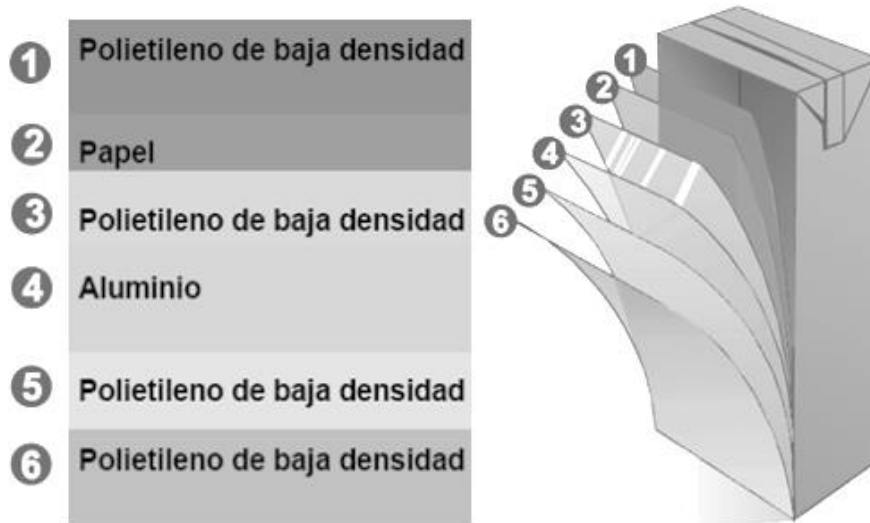


Figura 2. Distribución de capas en envase de Tetra Pak.
Fuente: Elaboración propia.

La generación exagerada de desechos, la mala clasificación de residuos, la falta de conciencia con respecto a la importancia del reciclaje, la mano del hombre en el medio ambiente y otros factores han hecho que los índices de contaminación a nivel mundial vayan en aumento cada día, al igual que los índices de afección en los seres vivos, evidenciado en la propagación de virus y bacterias, la extinción de especies, el deterioro de la capa de ozono (Ollila, Moilanen, *et. al.*, 2006), entre otros.

Durante las últimas décadas se ha hecho cada vez más evidente el aumento en los índices de contaminación a nivel mundial, ya que no existe la cultura de la reutilización o un enfoque de cadena de valor para el reciclado. Lo cual ha generado una dinámica de trabajar integralmente, desde cómo influenciar la conciencia del consumidor y la infraestructura de la recolección y clasificación desde la fuente con la certeza de crear nuevas oportunidades en el mercado para los materiales reciclados (Zue, 2007). En Colombia se generan miles de toneladas de basura Tetra Pak y solo se recicla el 17%.

Con base en lo anterior y como reconocimiento de la importancia del medio ambiente, su protección y revitalización mediante estrategias de separación de residuos reciclables y no reciclables para generar un ciclo de vida del producto, se han desarrollado máquinas y procesos específicos para cada uno de estos materiales, de allí la creación de la máquina trituradora de Tetra Pak.

La máquina trituradora de Tetra Pak consiste en la planeación y construcción de todo un equipo procesador de este residuo compuesto por cartón, aluminio y plástico, con el fin de triturar envases vacíos de Tetra Pak para que sea reutilizado. Se compone de unas cuchillas de acero con puntas de tungsteno al interior de una tolva de aluminio y una licuadora industrial de 5 litros que permite obtener el Tetra Pak en pequeños tamaños, de forma que la separación de materiales sea práctica y sencilla para ser destinados en la obtención de nuevos productos en construcción de viviendas modulares.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue diseñar un modelo de máquina trituradora de

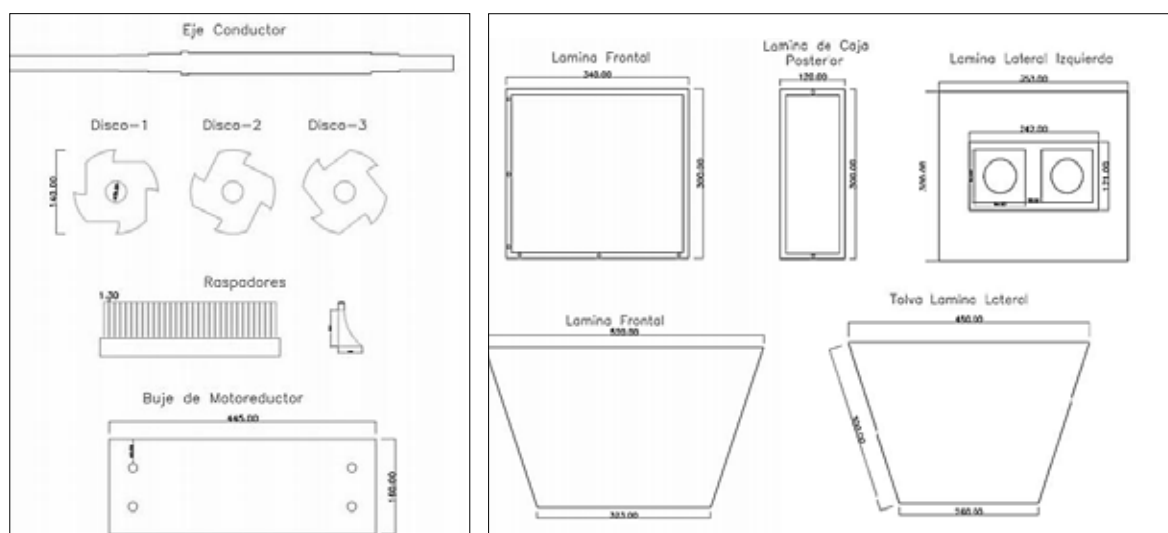


Figura 3. Planos de la Trituradora Tetra Pak. **Fuente:** Elaboración propia.

Tetra Pak capaz de hacer más eficiente la compactación de los componentes de este material, de forma que cada uno de estos pueda ser reutilizado.

Materiales

Motor Trifásico de 2.000 revoluciones: es una máquina eléctrica rotativa, capaz de convertir la energía eléctrica trifásica suministrada en energía mecánica.

Licuada industrial: encargada de hacer más sencilla la reducción del Tetra Pak, el material principal.

Elementos estructurales:

- 4 ángulos de un cuarto de pulgada.
- 4 platinas de 20 cm x 20 cm para la caja de la máquina.
- 4 tubos cuadrados calibre 14.
- 4 chumaceras con sus rodamientos.
- 1 tolva elaborada con lámina calibre 16.
- 29 cuchillas elaboradas con lámina calibre 8.
- 2 ejes para las cuchillas del motor tornillería de presión.

- 1 caja para controles eléctricos.
- 1 pulsador de arranque y un pulsador de parada 4 testigos.
- 2 clavijas.
- Cable calibre 16 y 14.
- 1 botón de emergencia.

Resultados y discusión

Colombia es uno de los países que produce 1.600 toneladas de desechos empaques de Tetra Pak anualmente, lo cual evidencia que se pueden generar alternativas para reciclarlo. En respuesta a lo anterior, se creó una máquina trituradora de Tetra Pak de manera innovadora y eficiente para fomentar la reutilización de materiales como el cartón, el plástico y el aluminio, componentes del Tetra Pak.

El sistema de control electromecánico se implementó con lógica cableada con interruptores de inicio, paro de emergencia, contactos NC, NO y temporizadores en caso de tener algún atascamiento.

La máquina procesa 1 Kg de Tetra Pak por minuto con un tamaño de partícula deseable. El tamaño



Figura 4. Trituradora de Tetra Pak SENA-CDA. **Fuente:** Elaboración propia.

de los residuos se puede determinar con el espacio de la criba de 1 cm. Quienes diseñaron este equipo tuvieron en cuenta unas características puntuales de residuos de 3-4 cm y obtuvieron un tamaño de partícula de 1 cm. La eficiencia de la máquina se debe a la criba ya que es por la cuadrícula donde pasa el material molido; el material que no alcanza a pasar, los discos de corte lo reprocessan hasta lograr la medida necesaria.

Una vez diseñado y construido el equipo se realizaron pruebas con los siguientes parámetros de técnicos de operación. Los parámetros de proceso mostraron que el costo energético fue de 5 amperios, haciendo a esta máquina económica y asequible para un pequeño inversionista.

Los productos obtenidos serán compactados y por sus propiedades físicas y mecánicas, se espera implementarlos como material de construcción para viviendas ecoamigables.

Conclusiones

Se diseñó y se construyó un prototipo de máquina trituradora de Tetra Pak basada en referencias estandarizadas, utilizadas para el mismo fin de reutilizar componentes tales como el aluminio, el cartón y el plástico. Esta máquina se encarga de realizar un proceso en el que convierte a pequeños tamaños el Tetra Pak después de pasarlo por una zona de cuchillas y una licuadora industrial, al finalizar el procedimiento se espera dar continuidad a una mufla para la realización de materiales de construcción para viviendas ecológicas.

Referencias

- American National Standard ANSI/ASTM D 1037-78. Standard methods of Evaluating the Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials.

Inche, J., Chung, A., Del Carpio, J., Yengue, J., Ráez, L. & Mavila, D. (2003). Diseño y desarrollo de un prototipo a partir de envases reciclados. *Diseño y Tecnología Industrial*, 6(2).

Núñez, M. (2005). El envase de cartón laminado tipo Tetra Brik®: un problema ambiental y sus posibilidades de aprovechamiento. Trabajo de grado de maestría, especialidad Medio Ambiente y Desarrollo Integrado. Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo - CIIEMAD, México D. F.

Ollila, H. J., Moilanen, A., Tiainen, M. S. & Laitinen, R. S. (2006). *SEM-EDS Characterization of inorganic material in refuse-derived fuels*, *Fuel* 85.

Osechas, V. (2010). Elaboración y caracterización de tableros de aglomerados a partir de residuos de envases Tetra Bric®. Trabajo especial de grado, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela (En desarrollo).

Tetra PK (S/F). Caso de sostenibilidad en el manejo de residuos de Tetra Pak, Colombia. Reciclaje envases de Tetra Pak. Documento en línea <http://tetrapak.com/co/about/tetra-pak-index>. Consultado 18 de Octubre de 2018.

Zue, R. (2007). Estudio de factibilidad técnico-económica para la instalación de una planta de reciclaje de envases Tetra Pak. Facultad de Ingeniería Universidad Técnica del Valle del Mombaoy Venezuela.

Deficiencia que induce los fertilizantes y agroquímicos edáficos en la provincia del Tequendama y Cundinamarca con población víctima del conflicto armado

Deficiency that Induces Soil Fertilizers and Agrochemicals in the Province of Tequendama and Cundinamarca with Victims of Armed Conflict

OSCAR ALEXANDER MONTOYA OSPINA

**Red de Conocimiento Agrícola
Centro de la Tecnología del Diseño
y la Productividad Empresarial
Girardot, Cundinamarca
oamontoya@misena.edu.co
omontoya@sena.edu.co**

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Deficiencia que induce los fertilizantes y agroquímicos edáficos en la provincia del Tequendama y Cundinamarca con población víctima del conflicto armado

Resumen

La agricultura moderna depende en gran medida de la aplicación extensiva de agroquímicos, incluidos los fertilizantes y pesticidas inorgánicos. Los suelos erosionados pierden su capacidad de mantener una mayor producción de cultivos ya que, aplicando algunos agroquímicos, se observa que algunos de los macrominerales y microminerales hacen sinergismo y son consumidos por las plantas pero los nutrientes que hacen antagonismo con otros minerales no son absorbidos entre una y otra aplicación, se evidencia que al pasar los días sin ser absorbidos por las plantas se ven las deficiencias que inducen los minerales ya aplicados y no se observan cambios en la morfología de la planta. Sin embargo, esta revisión cubre los tipos de preocupaciones y temas actuales relacionados con la aplicación extensiva de agroquímicos, fertilizantes en particular plaguicidas.

Palabras clave: edafología, fertilizantes, agroquímicos, deficiencia, pesticidas.

Abstract

Modern agriculture depends to a large extent on the extensive application of agrochemicals, including inorganic fertilizers and pesticides. The eroded soils lose their capacity to maintain a higher production of crops since, by applying some agrochemicals, it is observed that some of the macro minerals and micro minerals make synergism and are consumed by the plants, but the nutrients that antagonize other minerals are not absorbed between the first and second application; it is observed that as the days pass without being absorbed by the plants, the deficiencies that induce the minerals already applied are seen and no changes in the morphology of the plant are observed. However, this review covers the types of concerns and current issues related to the extensive application of agrochemicals, fertilizers in particular pesticides.

Keywords: Edaphology, Fertilizers, Agrochemicals, Deficiency, Pesticides.

Introducción

La zona rural era una de las primeras productoras del país en comercializar los alimentos obtenidos en el campo, solo bastaba boñiga de vaca, se obtenían productos saludables y unos suelos productivos. Al pasar los años llega a Colombia la revolución verde que cambia las expectativas de hacer aplicaciones y más rentabilidades con productos en menor tiempo, sin pensar que estos podrían tener ventajas y desventajas en el suelo.

En Colombia la tierra cultivable en el país es muy baja y su deficiencia de alimentos conlleva que, en suelos netamente agrícolas, 11,3 millones de hectáreas, solo se usa el 35% (Morales, 2016). Es tal la situación, que Colombia necesita utilizar agroquímicos y ha estado aplicando una cantidad cada vez mayor de fertilizantes y agroquímicos con síntesis química para producir más alimentos. El uso de fertilizantes y agroquímicos ha aumentado alrededor del 60% y se evidencia que los suelos han presentado unos comportamientos de cambios de textura y degradación baja, ya que los fertilizantes y agroquímicos que no

hacen antagonismo, han provocado un exceso de minerales y reacciones químicas no compatibles no son fácilmente absorbidos por plantas cultivadas, en cambio, los que hacen sinergismos son los primeros en ser absorbidos y provocan una deficiencia como si nunca se hubiera aplicado en el suelo.

Hay metales pesados que no hacen sinergismo con otros minerales y pueden ocasionar problemas de antagonismo y no ser absorbidos por las plantas (Martí, Burba & Cavagnaro, 2002).

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en la vereda la Esperanza del municipio de Viotá, Cundinamarca (Figura 1), que comprende un área de 0,631 acres con plantas de aguacate y tomate y se encuentra a 9,43 km del municipio de Viotá, Cundinamarca. De acuerdo con la evaluación de los recursos de la tierra de Viotá, Cundinamarca, para el desarrollo de la agricultura, el área de estudio no se encuentra protegida por parte de la CAR.



Figura 1. Mapa del área de estudio Hídrica. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

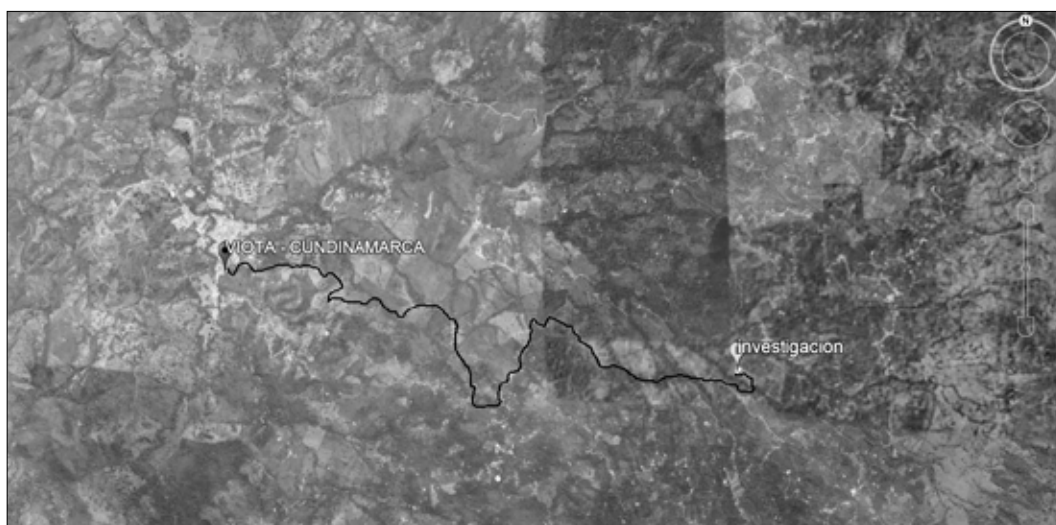


Figura 2. Mapa del área de estudio.

Se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 15-30 cm y se recolectaron muestras de agua que incluyen diferentes estanques y canales de febrero a noviembre de 2018. La fuente de datos para el análisis de las muestras fue del laboratorio AGRILAB y se utilizó principalmente para el desarrollo del área de estudio.

Los principales agroquímicos usados en el área de estudio se refieren a todos los fertilizantes y agroquímicos minerales con síntesis química, que fueron utilizados para dar respuesta a eliminar bacterias, hongos, insectos y plaga en la agricultura. Las características de los agroquímicos que se usaron en la investigación se muestran en la Tabla 1.

El pH del testigo fue de 5,51 en la parcela relacionada con la aplicación de agroquímicos y fertilizantes de 4,86 a 5,80, referenciados en la Tabla 2. Las parcelas donde se usaron agroquímicos son ligeramente más ácidas que las parcelas no relacionadas con fertilizantes. Esta diferenciación puede ocurrir debido a la mezcla química. Los fertilizantes químicos pueden desempeñar un papel vital para cambiar las condiciones de pH en el suelo y sus minerales.

Tabla 1. Fórmula del fertilizante y principales agroquímicos utilizados en el área de estudio y su contenido de nutrientes en cultivos de aguacate y tomate. **Fuente:** Elaboración propia.

Fórmula	Fertilizantes o agroquímicos	Porcentaje	Estado
C3h8no5p	Aminofosfonato (Bramati, Coret, Edwards & Gioia, 2003)	36%	Líquido
0,0dietil 0-3,5,6-tricloro-2-piridil fosforotioato	Chlorpyrifos (Cortesia, Marciano, Marciano & Zapata-Vivenes, 2015)	48%	Líquido
Dicloruro de 1,1 dimetil-4,4 bupiridilo	Bupiridilos (Rivero, 1990)		Líquido
0,0 -dietil-0-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato	Chlorpyrifos (Mesa, Mesa, Gual & Zapata, 2005)	25%	Polvo
Ch4n2o	N ureico (Ginés & Sancho, 2002)	N 46%	Granulado
N, p2o5, k2o	N nítrico, N amoniacal, Fósforo, Potasio (Martí, Burba & Cavagnaro, 2002)	N 15, P 15, K 15	Granulado
N, p2o5, k2o, Mgo, s	N nítrico, N amoniacal, Fósforo, Potasio, MgO, S. (Arnedo, 2009)	N 18, P 18, K 18, Mg 1 S 2	Granulado



Imagen 1. Aplicación de productos agroquímicos a tomate.
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 2. Aplicación de productos agroquímicos en aguacate.
Fuente: Elaboración propia.

Contenido de nitrógeno en el suelo: la concentración de nitrógeno encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 0,87 a 1,01 ppm y las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 0,56 a 0,75 ppm (Tabla 2). Esto indica que las parcelas tratadas con agroquímicos hicieron antagonismo de nutrientes y el contenido de nitrógeno es alto según lo evidenciado por el análisis foliar (Tabla 3).

Contenido de sales disueltas o C.E en el suelo: la concentración de sales disueltas encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 0,24 a 3,12 dS/m y las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 0,33 a 0,38 dS/m (Tabla 2). Esto indica que en las parcelas tratadas con fertilizantes se observa un antagonismo de sales disueltas y por lo anterior presenta deficiencia en la conductibilidad eléctrica.

Tabla 2. Condición del suelo de diferentes aplicaciones de productos en el área de estudio. **Fuente:** Elaboración propia.

	Testigo	C3H8NO5P	0,0 -dietil-0-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato 48%	Dicloruro de 1,1 dimetil-4,4 bipiridilo	0,0 -dietil-0-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato 25%	Fertilizante CH4N2O	Fertilizante N 15, P2O5 15, K2O 15	Fertilizante N 18, P2O5 18, K2O 18
Textura	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa
pH	5,51	5	4,86	5,19	5,57	5,80	5,29	5,28
C.E.	0,20	2,95	3,12	2,86	0,24	0,38	0,33	0,33
% Carbono orgánico	4,29	11,22	10,36	10,18	11,61	8,72	9,74	7,45
% Materia orgánica	7,39	19,33	17,84	17,53	20,00	15,02	16,78	12,32
% Nitrógeno total	0,39	1,01	0,90	0,87	0,94	0,70	0,75	0,56
Fósforo	3,31	23	31	15	15	17	19	16
Potasio	81,9	616	577	148	316	304	133	199

Tabla 3. Análisis foliares de diferentes aplicaciones de productos agroquímicos foliares en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Na
	%						ppm					
Testigo	2,59	0,19	2,15	1,87	0,40	0,14	49	35	6,8	22	40	69
Aplicación de agroquímicos foliares	2,66	0,21	2,15	1,97	0,43	0,16	75	42	9,0	31	35	84

Análisis de laboratorio

Para la realización de los análisis físicoquímicos y químicos, se recogieron respectivamente 12 muestras de suelos, 4 muestras de bacterias, 4 muestras de hongos, 5 muestras foliares y 5 muestras de riego. Se enviaron al laboratorio AGRILAB, registro certificado ICA resolución 1271 de 5/05/2014 para el análisis correspondiente.

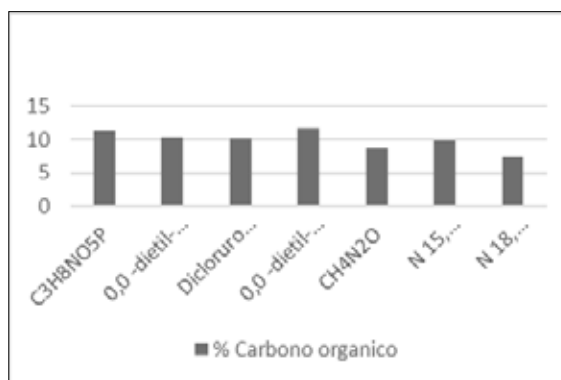
Resultados de laboratorio

Contenido de fósforo en el suelo: la concentración de fósforo encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 15 a 31 ppm y en las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 16 a 19 ppm (Tabla 2). Esto indica que las parcelas tratadas con agroquímicos, en algunos casos traen unas moléculas de fósforo que hacen antagonismo con otros minerales en el suelo y en el follaje se observan aumentos en las aplicaciones (Tabla 3).

Contenido de potasio en el suelo: la concentración de potasio encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 148 a 616 ppm y en las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 133 a 304 ppm (Tabla 2). Esto indica que las parcelas tratadas con agroquímicos, en algunos casos, el antagonismo con el potasio provoca que la planta no lo

absorba lo cual se reflejan los niveles altos de potasio en el suelo y en el follaje no se observan cambios y mantiene su porcentaje según el testigo (Tabla 3).

Contenido de carbono orgánico en el suelo: la concentración de carbono orgánico encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 10,18 a 11,61 ppm y las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 7,45 a 9,74 ppm (Tabla 2). Esto indica que las parcelas tratadas con agroquímicos y fertilizantes no ocasionan daño en el carbono orgánico del suelo, al contrario, lo aumenta según de lo que esté elaborado el producto (Figura 3).

**Figura 3.** Concentraciones de carbono orgánico.

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de materia orgánica en el suelo: la concentración de materia orgánica encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 17,53 a 20,00 ppm y las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 12,32 a 16,78 ppm (Tabla 2). Estos

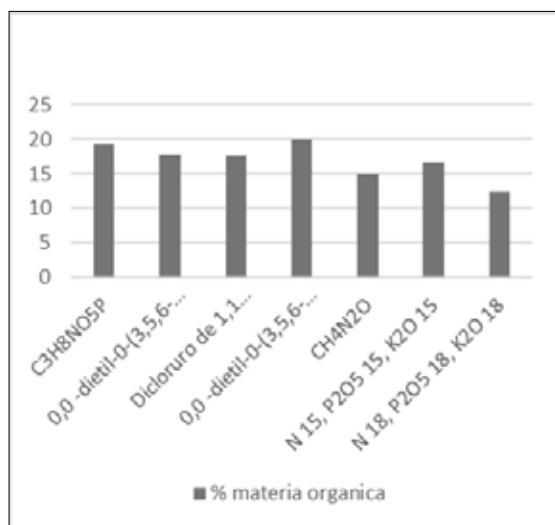


Figura 4. Concentraciones de materia orgánica.
Fuente: Elaboración propia.

indicadores nos ayudan a comprender que las aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes no provocan pérdida de descomponedores (Figura 4).

Análisis de riego

Se lleva a laboratorio una muestra de riego para que no se presenten cambios a la hora de las aplicaciones de productos con tres secuencias diferentes, observar si también intervienen a la hora de la aplicación de los productos y cómo se observa (Figura 5), hay cambios significativos en el pH, C.E, K, Mg, S y Fe. Se aprecia que el anterior día hubo una pluviometría de 25 mm el cual generó cambios de minerales en los puntos de agua (Ortiz, Padrino & Ramírez, 2011).

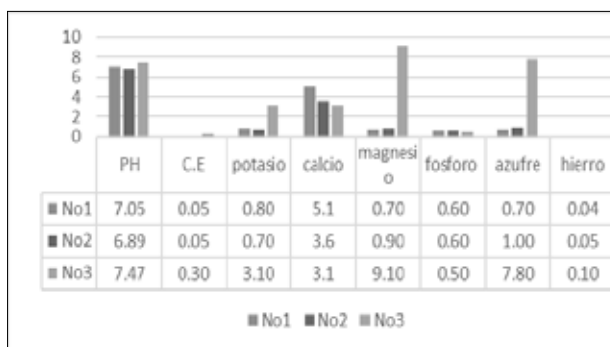


Figura 5. Análisis de riego para aplicación de productos agroquímicos y fertilizantes usados.
Fuente: Elaboración propia.

Análisis de bacterias y hongos

Población de microorganismos: los hongos más frecuentes fueron *Paecilomyces*, *Fusarium oxysporum*, *Bacillus subtilis*, *Aureobasidium* y *Mucor*, se hacen aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes para observar si hacen sinergismo lo que conlleva a observar en unos casos el *Bacillus subtilis* (Ruiz-Sánchez, et. al., 2016) y *Aureobasidium Sp* trabaja muy bien con algunos productos, aunque otros inhiben la proliferación del hongo, el *Paecilomyces Sp* (Ávila & Medina, 2014), *Fusarium oxysporum* (Torres, 2000) y *Mucor Sp* (Jiménez, 2010) no tiene efectos adversos con las aplicaciones, lo cual puede estar relacionado con la disponibilidad de nutrientes en el suelo, no así con el contenido de M.O. y el pH ácido (Tabla 4).

Los resultados de análisis de hongos y bacterias se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Efectos de diferentes agroquímicos sobre hongos edáficos. Fuente: Elaboración propia.

	C3H8NO5P	0,0 -dietil-0-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato 48%	Dicloruro de 1,1 dimetil-4,4 bupiridilo	0,0 -dietil-0-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato 25%	CH4N2O	N 15, P2O5 15, K2O 15	(N 18, P2O5 18, K2O 18), MgO, S
<i>Paecilomyces Sp</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<i>Bacillus subtilis</i>	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)
<i>Fusarium oxysporum</i>	NE	NE	NE	NE	EN	NE	NE
<i>Aureobasidium Sp</i>	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
<i>Mucor Sp</i>	NE	NE	NE	NE	(-)	(-)	(-)

NE, sin efecto. Los símbolos (-) o (+) indican el nivel de inhibición o efecto positivo de los agroquímicos y fertilizantes sobre los microorganismos.



Imagen 3. Desarrollo de la *Phytophthora cinnamomi* cuando se aplicaron agroquímicos al aguacate.
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 4. Desarrollo de la *Fusarium oxysporum* cuando se aplicaron agroquímicos al tomate.
Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

La aplicación de agroquímicos y fertilizantes conlleva a determinar que todos los minerales no son compatibles y unos van a hacer absorbidos en poco tiempo con ayuda de otros minerales compatibles (Arnedo, 2009), y es donde comenzamos a observar deficiencia en una planta que no es por falta de minerales, sino por no hacer sinergismo con otro mineral y poder ser absorbido debidamente por esta, aunque se evidenció que el agroquímico y los fertilizantes provocaron represamiento de algunos minerales, lo cual puede llevar a que surjan deficiencias de nutricionales (Córdoba, Cháves & Gálvez, 1987).

La aplicación de agroquímicos en los folíolos conlleva a obtener unos minerales extras en pocas proporciones que ayudan a la nutrición dependiendo de su compuesto químico. La calidad de agua presente en el área de estudio indica que esta tiene cambios cuando hay presencia de pluviosidad y sus niveles de minerales, pH, C.E se elevan por arrastramiento de minerales y cambios en los mismos.

En la aplicación de fertilizantes y agroquímicos en hongos se evidenció que algunos atacan directamente a hongos benéficos impidiendo su desarrollo y su sobrepoblación, en cambio los hongos patógenos no obtuvieron efectos adversos en sus colonias. Al paso de los días el *Bacillus subtilis* fue desapareciendo y el *Fusarium oxysporum* comenzó a colonizar el cultivo de tomate hasta marchitarlo en menos de dos semanas (Antonio & Ledesma, 2013).

Agradecimientos

Al Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial Girardot, a la líder SENNOVA, Lady Malagón por su liderazgo y compromiso, y al programa por el financiamiento del proyecto. A Héctor Holguín dueño del predio donde se realizó la investigación en Viotá, Cundinamarca.

Referencias

- Antonio, J. & Ledesma, N. (2013). *Prevalencia de razas de Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici en predios tomateros de Villa de Arista, San Luis Potosí, posibles fuentes de resistencia y forma de herencia*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de http://repositorio.uaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7066/negrete_ledesma_jose_antonio_tesis_maestria.pdf?sequence=1
- Arnedo, I. A. (2009). *Alta irradiancia y nutrición amoniacal en plantas: efecto en el balance c/n y en la tolerancia al amonio*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=144984>
- Ávila, M. L., & Medina, J. V. (2014). *Control biológico del nemátodo agallador del tomate de mesa Meloidogyne incognita (Kofoid and white, 1919) Chitwood, 1949 mediante aislamientos de hongos nematófagos nativos*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/12075>
- Bramati, V., Coret, J., Edwards, S. & Gioia, P. (2003). *Formulación fitopatológica acuosa concentrada que comprende un herbicida y un tensioactivo de tipo betaina*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://patents.google.com/patent/es2318630t3/es>
- Córdoba, U. A., Chaves, J. G. & Gálvez, V. M. (1987). *Efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos y fertilizantes químicos en la producción de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en una zona del departamento de Nariño*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6191554.pdf>
- Cortés, C., Marcano, L., Marcano, E., & Zapata-Vívenes, E. (2015). *Inmunotoxicidad de malatión y clorpirifos en la lombriz de tierra Eisenia sp. (Annelida oligochaeta)*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <http://ojs.udo.edu.ve/index.php/saber/article/view/1990>
- Ginés, I. & Sancho, I. D. (2002). *Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de http://oa.upm.es/3176/2/mariscal_mono_2002_01.pdf
- Jiménez, F. S. (2010). *Evaluación de la producción de proteasas en dos cepas de Mucor sp. por fermentación sumergida empleando dos tipos de medio de cultivo*. *Uniciencia*, 24(1), 63-68. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5381347.pdf>
- Martí, L., Burba, J. N. & Cavagnaro, M. (2002). Metales pesados en fertilizantes fosfatados, nitrogenados y mixtos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/2829/martiagrarias2-34-02.pdf
- Mesa, M. M., Mesa, G. A., Gual, M. C., & Zapata, G. M. (2005). Evaluación de la degradación del plaguicida clorpirifos en muestras de suelo utilizando el hongo *Phanerochaete chrysosporium*. *Revista Facultad de Ingeniería*, Universidad de Antioquia (33), 58-69. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <http://redalyc.org/articulo.oa?id=43003306>
- Morales, M. (mayo 2016). Artículo *El Tiempo*. El 65,8% de la tierra apta para sembrar en Colombia no se aprovecha. Tomado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16601436>
- Ortiz, J. E., Padrino, M. V. & Ramírez, E. M. (2011). *Cambios de la conductividad eléctrica asociados al tratamiento magnético del agua*. *Revista Ingeniería y competitividad*, 3(2), pp. 65-71. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de http://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2329/3079
- Rivero, J. M. (1990). *Investigación sobre otros efectos plaguicidas potenciales diferentes de varios herbicidas; especialmente bipiridilos y organo arsenicales*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de http://mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/bsvp-16-03-605-611.pdf
- Ruiz-Sánchez, E., Mejía-Bautista, M. Á., Serrato-Díaz, A., Reyes-Ramírez, A., Estrada-Girón, Y. & Valencia-Botín, A. J. (2016). *Actividad antifúngica e identificación molecular de cepas nativas de Bacillus subtilis*. *Agrociencia*, 50(2), 133-148. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6352626>
- Torres, G. A. (2000). *Algunos aspectos de los hongos del género Fusarium y de la especie Fusarium oxysporum*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21538>

Bicicleta estática generadora de energía eléctrica como aprendizaje en el uso eficiente de energía

*Static Bike Generating Electric Power as a
Learning in the Efficient use of Energy*

**CARLOS EDUARDO
VARGAS MANTILLA**

**Aprendiz Técnico en implementación y
mantenimiento de equipos electrónicos
industriales SENA - Centro Agroturístico,
Semillero Biomeca, Grupo GITIP-MB**
cevargas41@misena.edu.co

OSCAR ANCIZAR TOBÓN TARAZONA

**Aprendiz Técnico en implementación y
mantenimiento de equipos electrónicos
industriales SENA - Centro Agroturístico,
Semillero Biomeca, Grupo GITIP-MB**
oatobon2@misena.edu.co

NICOLÁS JAVIER RINCÓN SÁNCHEZ

**Gestor Tecnoparque Nodo Socorro, línea
electrónica y telecomunicaciones SENA
Centro Agroturístico Grupo GITIP-MB**
nicolasrincon@misena.edu.co

**OCTAVIO ROBERTO
VILLANUEVA GUZMÁN**

**Investigador, Líder Semillero
Biomeca SENA - Centro
Agroturístico, Grupo GITIP-MB**
octaviovilla@misena.edu.co

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Bicicleta estática generadora de energía eléctrica como aprendizaje en el uso eficiente de energía

Resumen

La necesidad de utilizar energía eléctrica para el desarrollo de la mayoría de las actividades, ha hecho que a través de la historia se implementen varias formas de producirla, causando un gran deterioro en los recursos naturales, entre las que se encuentra la utilización de combustible fósil y nuclear. El proyecto está enfocado en brindar una alternativa viable para la instalación en zonas de espacio de recreación deportiva y en otros espacios energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible. Beneficiando la salud en las personas siendo motivadas a realizar ejercicio, de igual forma contribuyen en la conservación de los recursos naturales.

Se implementó un sistema mecánico a la rueda volante de inercia para garantizar la conexión con el alternador al igual que su conexión al sistema de almacenamiento en donde se utilizó un inversor de corriente para transformar esta energía continua en energía alterna.

Palabras clave: energías renovables, no interconectadas, sostenible, autogeneración, bicicleta estática, bienestar.

Abstract

The need to use electric power for the development of most activities, has forced the implementation of various ways to produce it throughout history, causing a great deterioration in the natural resources, among which are the use of fossil fuels and nuclear power sources. The project is focused on providing a viable alternative for installation in areas for recreational sports and in other energetic places as a necessary means for sustainable economic development. Benefiting health in people by motivating them to exercise, it will likewise contribute in the conservation of natural resources.

An inertia-based mechanical system was implemented to the flywheel to guarantee the connection with the alternator as well as its connection to the storage system where a current inverter was used to transform this continuous energy into alternating energy.

Keywords: Renewable Energies, Not Interconnected, Sustainable, Self-Generation, Static Bicycle, Welfare.

Introducción

La utilización de los combustibles fósiles para nuestras labores diarias y generación eléctrica a través de las termoeléctricas, crea la necesidad de generar energías renovables que no contaminen el medio ambiente, para disminuir la explotación de los recursos naturales no renovables en las que se transforma la energía eléctrica en nuestro país. Por lo tanto se implementa una bicicleta estática generadora de energía que funciona con movimientos rotacionales impulsados por personas (Duffie & Beckman, 2013), (citado en Carrión & Ortiz, 2013).

De esta forma, se implementó un medio que es generador de energía eléctrica, de aprovechamiento en zonas apartadas donde no llegue el fluido eléctrico para contribuir al desarrollo sostenible de las comunidades. Por otra parte, el proyecto tiene como alcance la aplicación de la energía eléctrica generada, para cargar una batería de uso convencional aprovechando la energía de propulsión humana presente en las bicicletas estáticas, es aquí donde radica la importancia y la necesidad de contar con un sistema eléctrico que permita aprovechar esta energía para cargar los equipos móviles y también el uso de electrodomésticos que se encuentren en los hogares. Se tiene proyectado a futuro realizar un montaje en forma conjunta para aprovechar la energía de propulsión humana presente en las bicicletas estáticas de un gimnasio.

Antecedentes

Generación distribuida a partir de bicicletas estáticas y sistemas híbridos

La importancia de generar electricidad desde las propias edificaciones ha hecho que el ser humano vaya elaborando distintos dispositivos para aprovechar las diferentes y variadas energías, siendo las más usuales: solar y eólica. El aprovechamiento del movimiento de

las máquinas estáticas para hacer ejercicio es una nueva fuente para generar electricidad muy poco aprovechada. Se tendrá un enfoque como punto de partida para futuras investigaciones en lo referente a generación distribuida usando máquinas estáticas para ejercicio (Carrión & Ortiz, 2013).

Energías alternativas, experiencias desde el semillero de investigación en tecnología mecánica

Actualmente, se habla con frecuencia de energías alternativas y todo lo que tiene que ver con lo ambiental, pero definitivamente es poco lo que se ha implementado en nuestro entorno en cuanto a tecnologías ambientales. Proponer proyectos que sean viables con bajo presupuesto, buscando economía en materiales y fabricación propia. Mostrar soluciones útiles, generosas con el medio ambiente y factibles de implementar, permitiendo su acceso a comunidades de bajos recursos (Salazar, Arroyave & Pérez, 2011).

Soluciones energéticas para zonas rurales (¿en el posconflicto?)

Entre algunas alternativas de oferta comercial en Colombia para el suministro de energía eléctrica es previsible que la brecha en el suministro de energía eléctrica a través de la extensión del Sistema Interconectado Nacional (SIN) tarde algunos años (si no décadas) para materializarse y que garantice una cobertura total. Es por ello que las tecnologías energéticas comerciales actuales deben ser sostenibles en el suministro de energía a lo largo del tiempo; y quizás estas ayuden a disminuir la brecha para suplir las necesidades básicas humanas insatisfechas. Un sistema en CC corresponde a pequeños sistemas de suministro de energía, (una bicicleta estática dotada de un generador eléctrico), estas son algunas soluciones preindustriales desarrolladas en años recientes por medio de la Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes, con el apoyo financiero de la Industria Militar-INDUMIL (Pinilla, 2016).

Diseño de producto: generación de energía eléctrica a partir de bicicletas fijas de Indoor

Consiste en un sistema que permita generar electricidad a partir de una fuente renovable que en este caso es la energía cinética generada por personas en actividad aeróbica, el cual se realiza sobre una bicicleta estática en un gimnasio. Dicha energía actualmente no se aprovecha y se disipa en forma de calor. El objetivo es aprovechar esa energía desperdiciada acumulándola en baterías, reemplazando total o parcialmente la energía eléctrica de la red. El sistema está formado por elementos que se encuentran disponibles actualmente en el mercado y se explica brevemente el funcionamiento de cada uno de ellos a los efectos de entender el funcionamiento global del sistema. Sin embargo, la idea apunta a ser aplicada como estrategia de Responsabilidad Social Empresarial que refleje un fuerte compromiso con el medio ambiente y la sociedad (D' Agostino, 2014).

Definición del problema

En el Centro Agroturístico del Socorro Santander se detectó la siguiente problemática en la región: el consumo inadecuado de energía no renovable como los combustibles fósiles que deterioran los recursos naturales, aumentando la contaminación del medio ambiente y afectando la salud de las personas. Por lo tanto, este fenómeno genera emisiones de gases tales como dióxido de carbono y monóxido de carbono que ha contribuido a potenciar el efecto invernadero, la lluvia ácida, la contaminación del aire, suelo y agua (Pinilla, 2016).

Así mismo, el costo del suministro eléctrico en la utilización de una red particular, genera pasivos económicos en los hogares, obligados al endeudamiento bancario, (Carrión & Ortiz, 2013) la destinación inadecuada de recursos para el pago de una red eléctrica particular que podrían ser designados a otros proyectos, haciendo

que se desestabilice la calidad de vida de los habitantes, también incrementando los costos de los productos lo que hace que se disminuya la competitividad en el mercado generando un estancamiento económico y disminuyendo la inversión para la recreación deportiva afectando la salud de las personas.

Por otra parte la alta inversión en el montaje de una fuente de energía renovable, hace que los habitantes de las zonas rurales se vean obligados a seguir utilizando el mismo servicio u otros medios de energía o alumbrado arcaicos que encuentran en el sector, de esta forma se aumenta los niveles de contaminación ambiental, como es el uso de velas, veladoras, lámparas de petróleo y fogatas que no solo se convierten en un factor generador de incendios, si no que a su vez aumentan los índices de contaminación (Pinilla, 2016).

Conocemos como energías alternativas las que también se hacen llamar energías renovables, serían la alternativa a la contaminante energía nuclear o a las que consumen combustibles fósiles y emiten gases contaminantes. Las emisiones de CO² a la atmósfera y el calentamiento global, causantes del cambio climático; son una oportunidad para enmendar, o al menos frenar el daño hecho. Son sobre todo una oportunidad para dejar a las generaciones venideras un mundo sostenible que no se autodestruya (D' Agostino, 2014).

Por lo tanto, se origina la siguiente pregunta: ¿De qué forma optimizaríamos el consumo de energía no renovable y apoyamos al mejoramiento del medio ambiente, incentivando a la población mejorar su calidad de vida?

Con base en la investigación que se lleva en el Centro Agroturístico del departamento de Santander, se implementó una bicicleta estática generadora de energía eléctrica, que funciona con movimientos rotacionales impulsados por personas, esto con el fin de ser utilizada en el gimnasio de esta institución, aprovechando la energía producida por este sistema mecánico, de esta forma se facilita la carga de celulares o diferentes equipos móviles.

Estos equipos serán utilizados por los aprendices en el gimnasio del Centro Agroturístico SENA. El proyecto está enfocado en brindar una alternativa viable para la instalación de esta clase de generadores en zonas no interconectadas, zonas de espacio de recreación deportiva y en otros espacios energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, con esto se logra beneficiar la salud de las personas ya que son motivadas a realizar ejercicio y a su vez contribuyen con la conservación de los recursos naturales.

Descripción de objetivos

Objetivo general

Promover el consumo adecuado de energía no renovable para disminuir la contaminación del medio ambiente a través de la implementación de una bicicleta estática generadora de energía eléctrica.

Objetivos específicos

Implementar un dispositivo que no genere gases contaminantes ni emisiones de calor, que pueda ser aprovechado como medio alternativo de generación de energía eléctrica.

Dar a conocer a la población del Centro Agroturístico la generación de energía eléctrica a través de un dispositivo electromecánico, impactando a la comunidad sobre el ahorro económico.

Mejorar la calidad de vida de los habitantes, a través de la propulsión humana y bienestar de las personas.

Estado del arte

A nivel mundial se busca generar electricidad a partir de fuentes renovables que suplan el acceso eléctrico a zonas no conectadas a una red eléctrica (D' Agostino, 2014). Para el caso de Colombia el sistema

interconectado nacional de suministro de electricidad tarda algunas décadas, para cubrir totalmente las zonas más alejadas (Pinilla, 2016) en casos como la universidad tecnológica de Pereira utilizan el tema de las energías alternativas, inversiones retornos a corto plazo enfocándose en soluciones energéticas de bajo presupuesto (Salazar, Arroyave & Pérez, 2011). De acuerdo a esta evidencia se estructura el estado del arte en dos partes que se explican a continuación:

Energías alternativas desde mecanismos eléctricos

Desde el aprovechamiento de la energía cinética que produce las personas al montarse en una bicicleta pueden reducir la dependencia a la electricidad, en países como Argentina tienen fuertes impactos en los costos del suministro eléctrico desde julio de 2014, en respuesta se amplía la generación por medio de las termoeléctricas, aumentando los costos económicos y a su vez atentando al medio ambiente (D' Agostino, 2014).

Otras energías renovables que utilizan sistemas electrónicos para su conversión eléctrica, es el viento (Carrión & Ortiz, 2013); desde la última década se ha venido aprovechando, para generar energía eléctrica en actividades cotidianas, en diferentes máquinas (Carrión & Ortiz, 2013). En Colombia a través de la Universidad Industrial de Santander propone aplicaciones energéticas sostenibles para satisfacer necesidades de confort con una alta eficiencia energética (Drais, Mc Cal, 2010), relacionado los mecanismos aplicados a la propulsión humana como estrategias de producción viables para correlacionar el consumo eléctrico con la producción eléctrica de un dispositivo de aprovechamiento cinético.

Impactos económicos a través de máquinas para hacer ejercicio

Las máquinas que más se utilizan para hacer ejercicio son las bicicletas estáticas (Carrión & Ortiz, 2013), observándolas como una implementación para hacer

dispositivos de generación de energías renovables, pretendiendo disminuir los costos por el reciclaje de residuos en su puesta en funcionamiento (Salazar, Arroyave & Pérez, 2011). Cuando se compara diversas tecnologías para bajo consumo energético, menos de 2 Kwh/día (Pinilla, 2016), los sistemas de generación con fuerza humana resultan ser más baratos que un sistema de generación con combustibles fósiles (Pinilla, 2016).

Desde este punto de vista se propone para un sistema electromecánico que genere electricidad, bajo un acondicionamiento físico para la población del centro Agro turístico, se identifica que a nivel mundial y regional diversos sistemas que implementan las comunidades, para proveer respuestas desde la propulsión humana cubriendo necesidades básicas de consumo eléctrico, incentivando el cuidado por los recursos renovables, la disminución de costos es su propósito, y mejorando la salud de quien la utiliza.

Marco teórico

Dentro del conocimiento para la implementación del generador de energía renovable se orienta el marco teórico a tres perspectivas para la conceptualización, estas son: los componentes mecánicos, los componentes eléctricos y la potencia consumida en una bicicleta estática.

Componentes mecánicos

En esta sección se pretende aclarar las funciones realizadas por los elementos que hacen parte del componente mecánico y eléctrico, para Robinson López (2015) "un sistema mecánico de un dispositivo electromecánico para generación de energía eléctrica está compuesto por el bastidor de una bicicleta estática que contiene los mecanismos y elementos necesarios para la transmisión de potencia". Según su planteamiento se destaca los siguientes elementos, que encontramos

importantes mencionar para este proyecto como se identifica en la Figura 1:



Figura 1. Selección de bicicleta estática convencional con especificación de partes mecánicas importantes. **Fuente:** Elaboración propia.

Los pedales: proporcionan la superficie de apoyo al pie del ciclista; es el encargado de dar el impulso que desarrollan las piernas del cuerpo humano (López, 2015).

Biela-plato: este es un conjunto de elementos ensamblables entre sí, su función es la de obtener el par desarrollado por las piernas transmitiendo directamente hacia el plato, que finalmente, dependiendo del número de dientes multiplicará o disminuirá el par inicial (López, 2015).

Cadena de rodillos: realiza la transmisión de potencia entre ejes, este tipo de cadenas están presentes en la mayoría de bicicletas debido a su eficiencia, que se encuentra alrededor del 96-97% con lo cual se estará transmitiendo en su totalidad la potencia entregada (López, 2015).

Piñón: es el encargado de recibir la velocidad angular y el par que se transmite por la cadena; este puede estar girando a mayores o menores revoluciones dependiendo de la relación existente (López, 2015).

Rodamiento: disminuye la fricción, con lo cual las pérdidas de potencia serán menores (López, 2015).

Rodamientos axiales de agujas: son rodamientos de simple efecto y solo pueden absorber cargas axiales en un sentido. Comúnmente se utilizan en los pedales para bicicletas (López, 2015).

Volante de inercia: es un sistema que tiene la característica de almacenar energía cinética y suavizar el movimiento rotativo en un eje ya que consigue disminuir la fluctuación en la velocidad angular (López, 2015).

Rueda de fricción: las ruedas de fricción la aprovechan la fricción entre dos cuerpos en contacto para comportarse como elementos de transmisión de potencia limitados por el resbalamiento por lo cual se usa para aplicaciones que no requieran potencias considerables (López, 2015).

Componentes eléctricos

Los componentes eléctricos necesarios para el desarrollo del sistema de generación son los siguientes:

Alternador: componente principal en el sistema eléctrico, se encuentra en los automóviles, su transforma la energía mecánica en eléctrica (Gutiérrez, 2016) el cual suministra la electricidad necesaria para el funcionamiento de todos los elementos eléctricos presentes (López, 2015), como se observa en la Figura 2; la electricidad proporcionada también puede ser almacenada en las baterías de arranque de cualquier automóvil. Para el desarrollo de este proyecto se utilizó un alternador de uso comercial con las siguientes características: 12 V 5,5A, el cual requiere de una conexión simple.

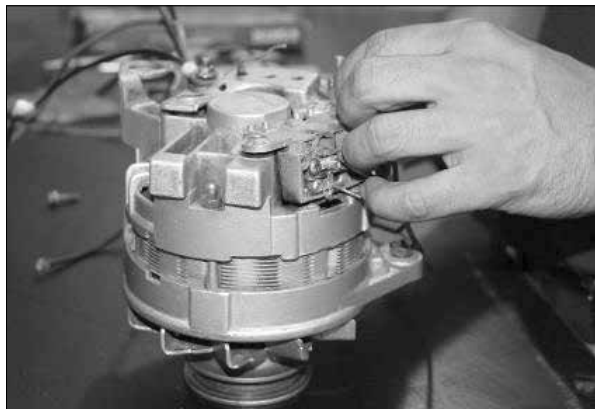


Figura 2. Alternador del proyecto. **Fuente:** Elaboración propia.

Regulador: controla el rango admisible de tensión en las baterías puesto que estas solo admiten cierto valor de tensión el cual no puede exceder ni estar por debajo del rango admitido por la batería.

Batería: su función es almacenar energía eléctrica, (Gutiérrez, 2016), se encuentra confinada en celdas que transforman la energía química en eléctrica mediante un proceso llamado electrólisis que consiste en el proceso que separa los elementos de un compuesto por medio de la electricidad (López, 2015).

El almacenamiento de la energía eléctrica obtenida, se encuentra a cargo de una batería de gel de 12 v/ 30 A. La corriente de carga recomendada para una batería debe ser la décima parte de su capacidad; para esta batería la corriente recomendada de carga estará alrededor de 5,5 A.

La corriente eléctrica que se crea en el alternador es alterna, sin embargo, la batería necesita corriente directa. Por esta razón la corriente alterna del alternador pasa a través de un juego de diodos que rectifican la señal, convirtiéndola en corriente directa. El regulador ajusta y mantiene el nivel adecuado de tensión en 12 voltios haciendo que la batería trabaje sin sobrecargas, como se observa en la Figura 3.



Figura 3. Batería, inversor y regulador del proyecto. **Fuente:** Elaboración propia.

Inversor: convertidor de voltaje, conectado de la batería, transforma los 12 voltios que produce el alternador en directa, los transforma en 120 voltios de corriente alterna. El inversor utilizado para el proyecto es de 500 W, como se observa en la Figura 4.



Figura 4. Inversor del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Potencia generada en una bicicleta estática

La potencia consumida en una bicicleta estática, está relacionada por las siguientes fórmulas que proporcionan un constructo para identificar los Kilovatios por hora (kWh) que genera un tripulante a través de distancias recorridas.

VO2 MAX: es el volumen máximo de oxígeno que el organismo puede metabolizar (Personal Running, 2017) y se utiliza para saber la capacidad aeróbica de las personas en cuanto a una prueba de resistencia, se expresa en milímetros de oxígeno utilizados en un minuto por kilogramo (ml/kg/min), (Entrena salud, 2018).

Para encontrar su respuesta se debe situar al tripulante en un terreno sin obstáculos para que corra durante 12 minutos, esto es para saber que distancia recorre en ese tiempo, luego se realiza la ecuación 1:

$$VO2\ MAX(ml/kg/min) = 0,0268 * Distancia\ en\ metros - 11,3$$

Ecuación 1. Volumen máximo de oxígeno.

El consumo de calorías está dado por la ecuación 2 y la ecuación 3 según el género:

$$Calorías = (-59,3954 + (0,274 * Edad + 0,103 * peso + 0,380 * VO2\ max + 0,450 * Ritmo\ cardiaco)) / 4,184$$

Ecuación 2. Consumo de calorías en mujeres.

La siguiente ecuación del consumo de calorías es para hombres:

$$Calorías = (-59,3954 + (-36,3781 + 0,271 * edad + 0,394 * peso + 0,404 * VO2max + 0,634 * Ritmo\ cardiaco)) / 4,184$$

Ecuación 3. Consumo de calorías en hombres.

Las medidas para incluir las variables en las ecuaciones son: peso en Kilogramos, VO2 max en milímetros de oxígeno utilizados en un minuto por kilogramo.

En cuanto al consumo de calorías, en la ecuación se establece la conversión de calorías a kilovatios hora (Fundación Terra, 2010).

$$1\ Caloría = 1,157 * 10^{-6} kWh = 1,157 * 10^{-3} Wh$$

Ecuación 4. Equivalencia caloría - Kilovatio hora y vatio hora.

Este procedimiento se calcula para las calorías consumidas de un tripulante en una bicicleta estática y su consumo en kilovatios hora, sin tener en cuenta la potencia del sistema (alternador) que es la medida que entrega las electrificadoras del consumo eléctrico (Pinilla, 2016).

Materiales y métodos

Para la metodología se utiliza el proceso referente a la investigación acción (Elliott, 2005), desde este punto de partida se requieren tres fases de ejecución para el proyecto: la primera es la selección de la bicicleta, aquí se menciona el propósito que debe cumplir esta para almacenamiento de energía eléctrica, ergonomía, y utilización de acoples que requieran el propósito del mismo; la segunda fase es el estudio del funcionamiento interno del sistema eléctrico y mecánico, en este punto se relacionan los elementos que hacen la conversión eléctrica y su almacenamiento a través de la propulsión humana; la tercera y última fase es el diseño, allí se identifican los factores aceptables de la bicicleta con el sistema eléctrico y mecánico para el correcto funcionamiento y almacenamiento que debe cumplir el proyecto Velo Power para el Centro Agroturístico. A continuación, se detallan cada uno de la siguiente manera:

Selección de la bicicleta

Dentro del proyecto se utilizó una bicicleta estática convencional como se identifica en la Figura 1, ya que la bicicleta es un aparato eficiente que elimina las fuerzas de impacto y sostiene al cuerpo en una posición ergonómica, que minimiza enormemente la necesidad de que el cuerpo humano soporte su propio peso, con lo cual se aprovecha una mayor energía cinética rotacional en el eje del generador eléctrico.

Inicialmente, se utilizó una bicicleta reciclada que generaba incomodidades a la hora de usarla por parte del tripulante no quedando en forma ergonómica, esto se observa en la Figura 5, se adquiere una bicicleta estática convencional debido a que esta brinda una mejor posición ergonómica y maximiza el rendimiento del tripulante al momento de pedalear.



Figura 5. Bicicleta reciclada. **Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo a la bicicleta reciclada el sistema de transmisión de potencia mecánica se implementó en la parte trasera ya que se estaba utilizando el rin trasero de la bicicleta reciclada como volante de inercia, al implementar el dispositivo en la bicicleta estática se instala en la parte frontal ya que su volante de inercia queda optimizando el espacio y obteniendo mejor aprovechamiento de la energía cinética rotacional.

Estudio de funcionamiento interno del sistema eléctrico y mecánico del alternador

El alternador implementado se instaló sobre una base metálica soportado por un brazo basculante conectado directamente a la rueda de fricción por medio de una rueda de caucho, lo cual permite que el alternador se encuentre unido y estable a toda la estructura y de forma tal que su montaje no modifica ni altera en gran medida la estructura de la bicicleta estática.

Se utiliza el alternador de automóvil, para transformar la fuerza cinética en energía eléctrica, observamos que no generaba un mayor voltaje a gran velocidad, se procede a abrir el alternador para estudiar sus partes electrónicas internas y entender su funcionamiento, así mismo se pudo apreciar que en su interior consta de dos partes, el estator y rotor, donde el estator tiene un embobinado que se encarga de recibir la electricidad que luego se almacena en la batería, por otra

parte el rotor tiene un embobinado interno el cual se energiza para crear un campo magnético, así mismo girar el rotor a una velocidad constante para generar una corriente y un voltaje continuo, a mayor velocidad más corriente y voltaje. Por otra parte, el generador debe ser pre-excitado por un voltaje y corriente de 4v - 0.5A para crear un campo magnético interno y que al momento de girar el rotor genere un electricidad de 16 V / 5.5 A con una velocidad de 23 km/h, de una persona promedio.

Diseño

El diseño se relaciona con el aprovechamiento del espacio y la potencia disponible de acuerdo al sistema de transmisión que no requiere modificaciones complejas en la estructura de cualquier bicicleta estática (López, 2015) (Gutiérrez, 2016). Los diferentes componentes del sistema fueron conectados y ensamblados a la estructura de la bicicleta estática de forma tal que permitiese un pedaleo cómodo para el tripulante al ver la transmisión de potencia que se observa en la Figura 6.

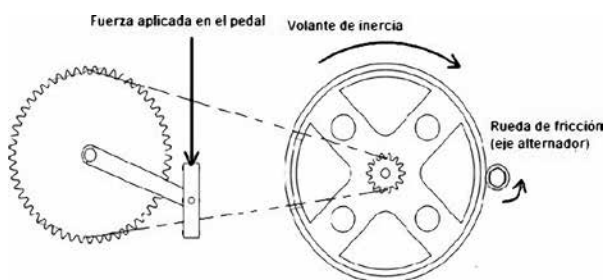


Figura 6. Transmisión de potencia para el diseño mecánico, desde los pedales al alternador. **Fuente:** López, 2015.

El alternador que se encuentra sujeto al bastidor de la bicicleta para lograr que el eje del alternador se ubique paralelo al eje de la volante de inercia permitiendo el contacto en la periferia de esta; el regulador de tensión también se encuentra sujeto a la estructura con tornillos usando el bastidor como conexión a tierra para evitar alguna descarga eléctrica al tripulante, finalmente la batería se posiciona a una distancia prudente para que no sea un obstáculo, como de observa en la figura 7.

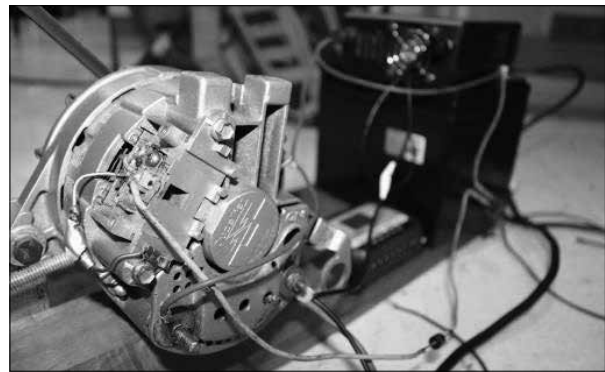


Figura 7. Conexión alternador, regulador, inversor y batería. **Fuente:** Elaboración propia.

Resultados y discusión

La persona que realice la actividad en la bicicleta estática generadora identifica las siguientes variables: medición de distancia recorrida, potencia promedio medida, velocidad calculada en una hora, calorías consumidas. Por medio de tres mediciones generadas por tres tripulantes promedio de 1,70 metros de altura con un peso de 72 kilos, muestra en las tablas que siguen a continuación los resultados de distancia recorrida en una hora y la potencia generada promedio y velocidad de medición.

En la aplicación metodológica de la investigación acción se compara la potencia producida por un tripulante sin el sistema electromecánico y con la aplicación del sistema mencionado. En este punto se analizó la potencia promedio de acuerdo a las mediciones de distancia recorrida y las velocidades en medición en cada prueba (Tabla 1).

En la Tabla 1 se observa, que a mayor distancia recorrida en el mismo tiempo (una hora), el tripulante puede generar más potencia en el sistema, aunque depende también de su condición física para poder generar esa potencia promedio medida.

Según las ecuaciones del apartado 3.3 Potencia consumida en una bicicleta estática: la potencia generada por un tripulante promedio en condiciones físicas en uso del sistema eléctrico (alternador, regulador batería) se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1. Medición de distancias recorridas, potencia promedio media y velocidad calculada en una hora. **Fuente:** Elaboración propia.

Medición distancia recorrida Tripulante 1	Medición distancia recorrida Tripulante 2	Medición distancia recorrida Tripulante 3
26 Km	23 Km	21 Km
Potencia generada por el pedaleo		
Potencia promedio medida Wh // kWh	Potencia promedio medida Wh // kWh	Potencia promedio medida Wh // kWh
86Wh // 0,086 kWh	76,2 Wh // 0,0762 kWh	64 Wh // 0,064 kWh
Velocidad calculada en una hora (km/h)		
Velocidad	Velocidad	Velocidad
26 km/h	23 Km/h	21 Km/h

Para la velocidad calculada se utiliza la ecuación 4, identificando que el tiempo de medición fue una hora.

$$Velocidad = \frac{distancia (Km)}{tiempo (h)}$$

Ecuación 4. velocidad calculada.

Tabla 2. Medición del volumen máximo de oxígeno del organismo en los tripulantes. **Fuente:** Elaboración propia.

	Tripulante 1	Tripulante 2	Tripulante 3
Metros recorridos en 12 minutos (test de cooper para VO2MAX)	3.300m	2.500m	2.000m
VO2 MAX	77,14 ml/kg/min	55.7 ml/kg/min	42.3 ml/kg/min

Como se observa, mientras más distancia recorrida realice el tripulante, mayor será su VO2 MAX. A continuación, se muestran los resultados para el consumo de las calorías y generación energética sin tener en cuenta el sistema de potencia (alternador) en la Tabla 3:

Tabla 3. Calorías consumidas por los tripulantes. **Fuente:** Elaboración propia.

	Tripulante 1	Tripulante 2	Tripulante 3
Edad	38	35	30
Peso (Kg)	79	66	67
Ritmo Cardíaco (BPM)	114	118	117
Minutos	60	60	60
Calorías consumidas en 60 minutos	703,982696	531,027247	430,521511
Generación en kWh// wH	0,000814508// 0,814507979	0,000614399// 0,614398524	0,000498113// 0,498113388

Asociando los resultados de la Tabla 2 y Tabla 3, se identifica que a mayor volumen máximo de oxígeno y que el organismo en un tripulante puede generar mayor potencia por sí mismo, concordando con la Tabla 1, referencia que a mayor velocidad calculada, más potencia genera el sistema de potencia.

Conclusiones

Se realizó revisión de los antecedentes, el estado del arte sobre el aprovechamiento de la propulsión humana mediante bicicletas, observando que ya en muchos lugares de nuestro país y el mundo se ha venido implementando el uso individual y colectivo de este sistema de aprovechamiento de energía renovable. De acuerdo con el marco teórico y su aplicación en la metodología con los resultados, se concluye lo siguiente:

La implementación del sistema de aprovechamiento de la propulsión humana mediante el uso de una bicicleta estática y un alternador es una forma viable para autoabastecer de energía según las necesidades básicas para gimnasios o zonas que no están interconectadas, comprobando que es un medio alternativo de generación de energía eléctrica para la población del Centro Agroturístico y a su vez, es una propuesta para mejorar la calidad de vida de las personas, infiriendo sobre su salud y como proyección de un ahorro económico.

La potencia generada por un tripulante promedio en condiciones físicas normales se encuentra alrededor de $0,64234 \cdot 10^{-3}$ kWh (Tabla 3), sin tener en cuenta la potencia producida por el alternador, por lo tanto con el sistema de potencia implementado se identifica una potencia promedio producida de 0,075 kWh (Tabla 1), aunque la energía producida depende del nivel de esfuerzo del tripulante (Tabla 2), también depende de la distancia recorrida relacionando la velocidad con que realice el esfuerzo para pedalear en la bicicleta estática. En este punto se compara la utilidad del sistema para mejorar la calidad de vida de la población

del Centro Agroturístico, en la medida en que mientras más distancia se pedalea en la bicicleta, más calorías se consumen. Aprendiendo sobre el uso eficiente de la energía realizando proyecciones sobre un ahorro económico, concientizando sobre el costo de la energía almacenada para cargar dispositivos como un computador portátil (0,0635 kWh), un celular (0,00368 kWh) o un bombillo incandescente (0,061 kWh). (Selectra, 2014). (Equipo Biwil, 2016).

Para el funcionamiento del generador, el estator debe estar pre-excitado con un voltaje y corriente de 4v - 0.5A. La intensidad de corriente que puede proporcionar un alternador está estrictamente relacionada con las distintas revoluciones a que es sometido por el tripulante al pedalear siendo necesario superar la barrera de las 960 RPM, dentro de las pruebas se hicieron mediciones de voltajes de 16V a 5,5A, conectando el sistema a una batería de 12V a 35A.

Referencias

- Carrión, D., & Ortiz, L. (2013). Generación distribuida a partir de bicicletas estáticas y sistemas híbridos. *Ingenius*. N.º10, (Julio-Diciembre). pp. 44-48. ISSN: 1390- 650X. [Fecha de consulta: 01/06/2018].
- D'Agostino J. F. (2014). Diseño de producto: Generación de energía eléctrica a partir de bicicletas fijas de Indoor (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Escuela de Ingeniería Industrial, Córdoba, Argentina [Fecha de consulta: 01/06/2018].
- Drais, K., Mc Cal T. (2010). Diseño de un sistema de generación de energía eléctrica a partir de bicicletas estáticas. Bucaramanga. Colombia. Universidad Industrial de Santander. Recuperado de: <http://www.enjambre.gov.co/enjambre/file/download/53247>. [Fecha de consulta: 01/06/2018].
- Duffie J. A. & Beckman, W. A (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes*. John Wiley & Sons. ISBN 9781299449145. [Fecha de consulta: 01/06/2018].

- Elliott, J. (2005). *La investigación-acción en educación*, Madrid, España: Ediciones Morata. ISBN: 13:978-847112-341-X. [Fecha de consulta: 09/07/2018].
- Entrenasalud (2018). *Cómo saber tu vo2 máximo*. Recuperado de: <https://www.entrenasalud.es/vo2-maximo-hiit>. [Fecha de consulta: 05/06/2018].
- Equipo Biwil (2016). ¿Cuánto consumen el celular y el computador cuando están cargados, pero siguen enchufados? Recuperado de: <https://biwil.com/energia/cuanto-consumen-el-celular-y-el-computador-cuando-estan-cargados-pero-siguen-enchufados>. [Fecha de consulta: 03/07/2018].
- Fundación Terra (2010). *Energía de propulsión humana en bicicleta*. Recuperado de: <http://www.terra.org/categorias/articulos/energia-de-propulsion-humana-en-bicicleta>. [Fecha de consulta: 05/06/2018].
- Gutiérrez, D. (2016) Implementación y análisis de un prototipo de generación y almacenamiento de energía eléctrica a partir del movimiento de una bicicleta como propuesta para la disminución del consumo energético en la escuela de la comunidad el arroyo: etapa inicial. (Tesis de pregrado). Universidad Santo Tomas, Facultad de Ingeniería Electrónica. Bogotá, Colombia. [Fecha de consulta: 05/06/2018].
- López, R. (2015). Desarrollo de un sistema de generación eléctrica eficiente a partir de propulsión humana con base en una bicicleta estática (Trabajo de grado tecnólogo mecánico). Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnologías, Escuela de Tecnología Mecánica. Pereira, Colombia. [Fecha de consulta: 05/06/2018].
- Personal Running (2017). *¿Cómo saber cuál es nuestro VO2 max?* Recuperado de: <https://www.personalrunning.com/como-saber-cual-es-nuestro-vo2-max>. [Fecha de consulta: 05/06/2018].
- Pinilla, Á., (2016). Soluciones energéticas para zonas rurales (¿En el posconflicto?). *Revista de Ingeniería*, (44), 36-39. Universidad de los Andes. ISSN: 0121-4993.
- Salazar, E., Arroyave, J. & Pérez, W., (2011). Energías alternativas, experiencias desde el semillero de investigación en tecnología mecánica. *Scientia et Technica* Año XVI, No 49, Diciembre de 2011. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701. [Fecha de consulta: 02/06/2018].
- Selectra. (2014). *Consumo eléctrico por electrodoméstico* Recuperado de: <https://comparadorluz.com/faq/consumo-electrico-electrodomesticos>. [Fecha de consulta: 03/07/2018].

Elaboración de subproductos a base de gránulo de caucho

Production of by-Products Based on Rubber Granules

DAIRA RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

**Aprendiz Centro de Desarrollo
Agroempresarial CDA-Chía**
dcrodriguez410@misena.edu.co

LIDA MARTÍNEZ GARZÓN

**Aprendiz Centro de Desarrollo
Agroempresarial CDA-Chía**
lamartinez162@misena.edu.co

LAURA SÁNCHEZ MUNEVAR

**Aprendiz Centro de Desarrollo
Agroempresarial CDA-Chía**
lcsanchez412@misena.edu.co

ADRIÁN VELASCO VELASCO

**Aprendiz Centro de Desarrollo
Agroempresarial CDA-Chía**
velascovelascoa@gmail.com

DAVID TORO QUIROGA

**Aprendiz Centro de Desarrollo
Agroempresarial CDA-Chía**
davidtor1998@gmail.com

CARLOS RIAÑO GÓMEZ

**Aprendiz Centro de Desarrollo
Agroempresarial CDA-Chía**
crianogomez@gmail.com

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Elaboración de subproductos a base de gránulo de caucho

Resumen

En el contexto nacional, el incremento en la producción de neumáticos se ha convertido en un foco de contaminación. “Para el año 2008, la generación de residuos de llantas se estimó en 61.000 toneladas al año” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) y “un aumento cada vez mayor debido al crecimiento del parque automotor” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Por lo anterior, se hace necesario implementar un plan de reutilización de los neumáticos. El objetivo del presente estudio es reutilizar los neumáticos para la obtención de caucho y elaboración de subproductos como tabletas, materas y tapetes como una iniciativa de elaboración de subproductos eco-amigables, buscando especificar propiedades que se quieren obtener de nuestro producto y de igual modo definir las características que se tendrán en cuenta para la obtención de resultados de calidad. Los compactados de resina de poliuretano con gránulo de caucho son una herramienta promisorio y versátil para la elaboración de subproductos como tabletas, materas y tapetes.

Palabras clave: gránulo de caucho, resina, poliuretano, compactación, tabletas.

Abstract

In the national context, the increase in production of tires has become a focus of contamination. “For the year 2008, the generation of tire waste was estimated at 61,000 tons per year” (Ministry of Environment, Housing and Territorial Development, 2010) and “an ever-expanding increase due to the growth of the automobile industry” (Ministry of Environment and Sustainable Development, 2017).

Therefore, it has become necessary to implement a tire reutilization plan. The objective of the present study is to reuse the tires to obtain rubber and produce by-products such as tablets, pots and mats as an initiative to produce eco-friendly by-products, seeking to specify properties that we want to obtain from our product and likewise define the characteristics that will be taken into account to obtain quality results. The units of compacted polyurethane resin with rubber granule is a promising and versatile tool for the production of by-products such as tablets, pots and mats.

Keywords: Rubber Granule, Resin, Polyurethane, Compaction, Tablets.

Introducción

ECONEUMAT nació de la iniciativa de seis aprendices del programa de Gestión de la Producción Industrial del Centro de Desarrollo Agroempresarial Chía, que a través de indagaciones realizadas encontraron una problemática ambiental sobre contaminación por neumáticos desechados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010), la cual se basa en resoluciones, emitidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Por lo anterior, se hizo necesario implementar un plan de reutilización de neumáticos.

El objetivo del presente estudio fue reutilizar neumáticos para la obtención de caucho y elaboración de subproductos como pisos, materas y tapetes como una iniciativa de elaboración de elementos eco-amigables, buscando especificar propiedades que se quieren

obtener del producto y de igual modo definir las características que se tendrán en cuenta para la obtención de resultados de calidad.

Inicialmente, el grupo ejecutor diseñó una prensa de madera la cual fue utilizada en el proceso de fabricación de los pisos. Se usó gránulo de caucho con granulometría de 1 a 4 mm obtenido de la trituración de neumáticos, se buscaron resinas y se eligió la que generó una mayor compactación al producto, se mezcló la resina con el gránulo y se obtuvo un prensado y un tiempo de reposo de seis horas para su respectivo secado. Este proceso se realizó con cuatro pruebas de piso teniendo en cuenta diferentes cantidades y tipos de resina. Posteriormente, se realizaron tres pruebas, una analítica sobre el volumen del piso, una experimental sobre volumen de este y peso. Finalmente, se realizaron materas y tapetes con diferentes diseños.

Materiales y métodos



Resultados y discusión

Para la calidad y mejoramiento continuo de los productos elaborados por EONEUMAT, se realizaron pruebas de comportamiento de los materiales teniendo en cuenta las cantidades agregadas por cada uno de ellos, de igual manera se hicieron pruebas de densidad, volumen y tráfico de personas, esto con el fin de cumplir y garantizar la venta de un producto conforme. Como resultados se obtuvieron los siguientes datos:

Cálculo de peso, volumen y densidad para cada tableta

Tabla 1. Peso y promedio de cada tableta.

Fuente: Elaboración propia.

Tableta 1 gr	Tableta 2 gr	Tableta 3 gr	Tableta 4 gr
629.7 gr	1059.8 gr	834.1 gr	912.1 gr
629.5 gr	1053.5 gr	834 gr	912.1 gr
629.4 gr	1054 gr	833.9 gr	912.2 gr
629.5 gr	1055.8 gr	834.0 gr	912.1 gr

Tabla 2. Volumen y promedio de cada tableta.

Fuente: Elaboración propia.

Tableta 1	Tableta 2	Tableta 3	Tableta 4
29.3 cm	30.3 cm	29.7 cm	30.1 cm
29 cm	30.5 cm	29.5 cm	30.4 cm
28.9 cm	30.6 cm	29.3 cm	30.7 cm
29.1 cm Largo (L)	30.5 cm Largo (L)	29.5 cm Largo (L)	30.4 cm Largo (L)
25.2 cm	25.2 cm	24.8 cm	25.1 cm
24.2 cm	25.1 cm	25 cm	24.4 cm
24.4 cm	25 cm	24.8 cm	24.4 cm
24.6 cm Ancho (A)	25.1 cm Ancho (A)	24.9 cm Ancho (A)	24.6 cm Ancho (A)
1.3 cm	1.5 cm	1.2 cm	1.2 cm
1.3 cm	1.3 cm	1.4 cm	1.3 cm
1.2 cm	1.3 cm	1.4 cm	1.3 cm
1.3 cm Alto (H)	1.4 cm Alto (H)	1.3 cm Alto (H)	1.3 cm Alto (H)

$$\text{Volumen Tableta 1} = (29.1) \times (24.6) \times (1.3) = 930.6 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen Tableta 2} = (30.5) \times (25.1) \times (1.4) = 1071.8 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen Tableta 3} = (29.5) \times (24.9) \times (1.3) = 954.9 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen Tableta 4} = (30.4) \times (24.6) \times (1.3) = 972.26 \text{ cm}^3$$

Prueba experimental de agua

Cada tableta se sumergió en 10 litros de agua en donde se observó qué tanto subía el nivel del agua y de este modo lograr evidenciar la densidad de cada tableta.

- Tableta 1: Subió → 1.05 L - 1.050 ml
- Tableta 2: Subió → 1.2 L - 1.200 ml
- Tableta 3: Subió → 990.3 ml
- Tableta 4: Subió → 1.1 L - 1.100 ml

Los resultados mostraron que no hay diferencias estadísticamente significativas para un P de 0.1, es decir que la cantidad de resina aplicada en diferentes proporciones no afecta el volumen de los pisos realizados.

Tabla 3. Resultado análisis de datos sobre volumen de las tabletas. Fuente: Elaboración propia.

Standard weighted-means analysis					
ANOVA Symmary Independent Samples k=3					
Source	SS	df	MS	F	P
Treatment (between groups)	31642.8167	3	10547.6056	2.66	0.119424
Error	31778.02	8	3972.2525		
Ss/BI			Graph Maker		
Total	63420.8367	11			

SS/BI = Subjects or Blocks depending on the design.
Applicable only to correlated-samples ANOVA.

Ensayo de dureza shore

El objetivo del presente ensayo fue determinar la dureza de eco-tabletas realizadas por ECONEUMAT, para ello se utilizaron dos probetas con un espesor de 1 cm y cada una con diferentes composiciones de resina y gránulo de caucho. Lo anterior se hizo con el fin de mejorar las propiedades del producto.

Para lo anterior, se utilizó un durómetro shore A con un peso de 1 kg y un durómetro shore D con peso de 5 kg. El durómetro consta de base de apoyo, una punta de penetración la cual es una barra de acero con diámetro de 1,1 - 1,4 y el indicador digital de dureza. Se realizan cuatro ensayos cada uno en sitios diferente de la probeta y las medidas se tomaron a los 15 segundos de aplicación.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 4. Resultado ensayos de dureza de las tabletas.
Fuente: Elaboración propia.

DATOS	1	2	3	4	Prom. Total	SHORE A
Probeta 1	66,2	63,2	69	69,4	66,95	
Probeta 2	47,2	35,5	32	34,8	37,375	

DATOS	1	2	3	4	Prom. Total	SHORE D
Probeta 1	20,2	21,8	18,2	16,2	19,1	
Probeta 2	6	4,8	5	7,2	5,75	

Los resultados obtenidos indican que la probeta 1 tiene una dureza media y la probeta 2 tiende a ser blanda en un estándar medio, por lo anterior se aplica una mayor resina a la probeta 2 para lograr mejor dureza y cubrir con gránulo más fino la probeta 1 para mejor compactación y reducción de poros en las eco-tabletas.

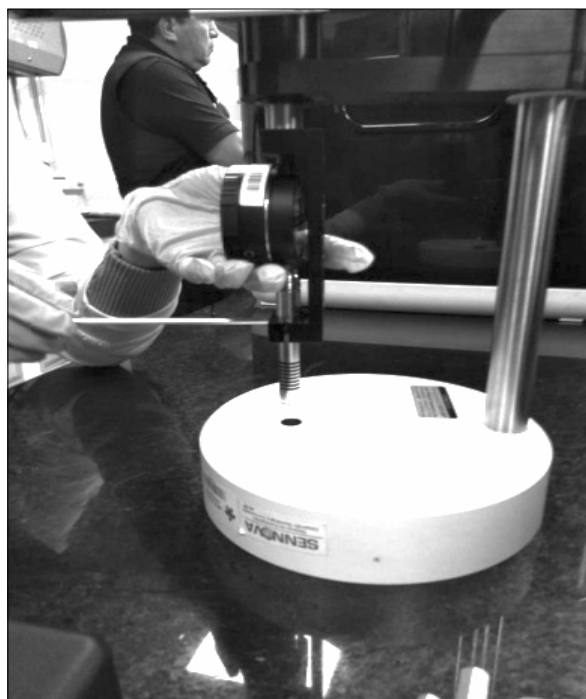


Imagen 1. Tipos de probetas para ensayos de dureza shore. **Fuente:** Elaboración propia.

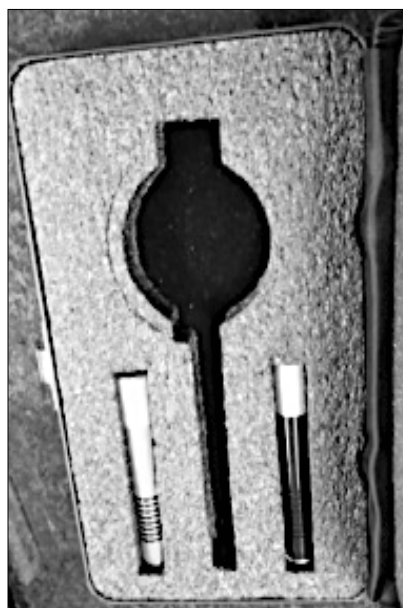


Imagen 2. Ensayo de dureza shore tabletas ECONEUMAT. **Fuente:** Elaboración propia.



Imagen 3. Realización de pruebas de dureza - Equipo ECONEUMAT. **Fuente:** Elaboración propia.

Conclusiones

El aprovechamiento de las llantas desechadas es un campo poco explorado del cual podemos aprovechar originando impacto social a partir de la generación de empleo e impacto ambiental, a partir de la disminución los niveles de contaminación.

Después de haber realizado pruebas de resistencia sobre los pisos, se pudo determinar una de las características intrínsecas del producto.

Se establecieron los tipos y medidas de cada uno de los materiales a utilizar con las cantidades exactas.

Agradecimientos

Queremos reconocer a todos los instructores que nos han guiado y asesorado en el desarrollo del proyecto entre ellos: Jheyson Fernando Montaña Santana, Elkin Ramiro Prieto Aguilar y Orlando Castrillón; agradecemos el apoyo brindado, las ideas y el direccionamiento que nos han proporcionado.

De igual forma, agradecemos a todas las personas que nos estiman ya que se han encargado de darnos un apoyo emocional vital para continuar, sin el cual no tendríamos la fuerza de crecer como personas, como profesionales y como empresa.

Referencias

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017, 07, 06). Retrieved from <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/248-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-14#resoluci%C3%B3n>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010, 07, 30). Alcaldía Mayor de Bogotá D. C. Retrieved from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40063>

Solución amigable Eco-Vivienda rural autosustentable energéticamente

*Eco-Sustainable Rural Solution
with Self-Sustaining Energy*

JHEYSSON FERNANDO MONTAÑO SANTANA

**Instructor Centro de Desarrollo
Agroempresarial CDA-Chía**
jfmontano@sena.edu.co

NELSON HUMBERTO ZAMBRANO CORTÉS

**Instructor Centro de Desarrollo
Agroempresarial CDA-Chía**
nzambranoc@sena.edu.co

ELKIN RAMIRO PRIETO AGUILAR

**Instructor Centro de Desarrollo
Agroempresarial CDA-Chía**
eprietoa@sena.edu.co

LUIS FERNANDO RINCÓN AMARILLO

**Instructor Centro de Desarrollo
Agroempresarial CDA-Chía**
lfrincon333@misena.edu.co

FABIÁN ANDRÉS ARDILA GALVIS

**Instructor Centro de Desarrollo
Agroempresarial CDA-Chía**
fabianardila@misena.edu.co

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Solución amigable Eco-Vivienda rural autosustentable energéticamente

Resumen

Para esta ponencia se presenta el diseño y la construcción de una vivienda rural autosustentable en proceso de consolidación de tecnologías, tales como energías renovables, aprovechamiento del recurso hídrico (aguas lluvias), para el uso común de las labores en la vivienda y en general como un modelo para la aplicación de técnicas en construcción sostenible al alcance de las personas en el ámbito rural o urbano.

Su implementación como ambiente de formación, beneficiara a la comunidad académica del CDA - SENA Chía. Uno de los factores a resaltar es la inclusión de procesos sencillos que, mediante una acertada y clara capacitación, pueden ser desarrollados por personas del común, facilitando el cubrimiento de necesidades básicas del ser humano en equilibrio con la naturaleza lo cual genera sentido de pertenencia y conciencia sobre el medio ambiente; es decir reducir al máximo los impactos negativos.

Palabras clave: construcción, energías renovables, medio ambiente, sostenible, tecnologías.

Abstract

This paper presents the design and construction of a self-sustaining rural housing in the process of consolidation of technologies, such as renewable energy, better harnessing of water resources (rainwater), for the common use in housework and in general as a model for the application of techniques in sustainable construction available to people in rural or urban areas.

Its implementation as a training environment will benefit the academic community of CDA - SENA Chía. One of the factors to highlight is the inclusion of simple processes that, through an accurate and clear training, can be developed by the common people, facilitating the covering of basic needs of the human being in balance with nature which generates a sense of belonging and awareness about the environment; that is, to reduce the negative impacts as much as possible.

Keywords: Construction, Renewable Energy, Environment, Sustainable, Technologies.

Introducción

El proyecto denominado “Solución amigable Eco-Vivienda rural autosustentable energéticamente”, diseñado y construido en el Centro de Desarrollo Agroempresarial, en su sede principal en el municipio de Chía del departamento de Cundinamarca, imparte formación en diferentes áreas del conocimiento, la participación de diferentes programas de formación en el diseño, la construcción, consolidación estructural en guadua y aplicación de nuevas tecnologías a la vivienda como son: Implementación de Sistemas Fotovoltaicos Autónomos, Sistema de Colector Solar, Sistema de Captación, Transporte, Almacenamiento y Filtración de Aguas Lluvias, la implementación de un Sistema Hidropónico piramidal, fácil de ser implementado y controlado mediante el uso de automatismos, el diseño y puesta en funcionamiento de una estufa eco eficiente con producción de briquetas como elemento de generación calórica, permite la integración de los programas de formación, posibilidad ampliar los conocimientos en las diferentes tecnologías implementadas y en general sirve como un modelo sostenible y autosustentable que puede ser replicado en cualquier región de nuestro país.

Referente teórico

En el ámbito colombiano dentro de los modelos de desarrollo regionales para todo el país, se ha encontrado un gran déficit en el acceso a viviendas rurales auto-sostenibles, que incluyan conceptos del hábitat rural y el hábitat con características autónomas en relación al uso de energías renovables.

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo País”, el Gobierno Nacional tiene como propósito transformar el campo colombiano disminuyendo las brechas entre las zonas urbanas y rurales que en materia de indicadores definen la línea de pobreza con un 42,8 % en la ruralidad mientras

que en las zonas urbanas es de 26,9 % sobrepasando ampliamente sus niveles en el contexto urbano (Informe Cámara de Comercio, 2013). En el campo se concentran los principales problemas de pobreza, falta de educación, infraestructura; adicionalmente, un factor que agrava la situación es la presencia de violencia extrema, desplazamiento forzado y narcotráfico como resultado del accionar de los actores armados al margen de la ley (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

Apoyándonos en la Política de Habitabilidad Rural definida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo cuyo propósito es dar soluciones habitacionales integrales, con diseños acordes con las necesidades y las condiciones socioambientales de los hogares rurales; el Centro de Desarrollo Agroempresarial planteo el proyecto “Solución amigable Eco-Vivienda rural autosustentable energéticamente”, cuyo objetivo primordial es la construcción de una vivienda sustentable por medio de la aplicación de diferentes tecnologías que proveen beneficios en el aprovechamiento de recursos naturales.

Energías renovables consideradas

Teniendo en cuenta los niveles de radiación y tiempo estimado de incidencia solar en las diferentes parte del nuestro país la página oficial de consulta del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) es <http://atlas.ideam.gov.co> y el Atlas de Radiación Solar de Colombia del Ministerio de Minas y Energía y la cercanía con Bogotá en relación al histórico de radiación y horas solares promedio, caracterizo esta alternativa como viable la incorporación de sistema fotovoltaico y sistema de colector solar para el proyecto.

Huertas Verticales (Utilización de la Hidroponía como alternativa de cultivo)

Aprovechamiento de espacios verticales (paredes), de casas y edificios, para incrementar la producción y

ayudar al sustento familiar en sitios donde no cuentan con terreno para la siembra, en familias de escasos recursos económicos y como jardines para empresas o casas de estratos altos. Uso racional del agua, al reciclar el líquido que las plantas no consumen en su metabolismo y transpiración y que no se evapora por efectos del sol y el viento, permitiendo su recirculación.

Ayudan en la absorción del gas carbónico, uno de los agentes causantes del calentamiento global. En días soleados, mantienen la temperatura por debajo del calor exterior de la vivienda en climas cálidos, ahorrando energía de ventiladores eléctricos y sistemas de aire acondicionado y en días y noches de los climas fríos, conservan el calor interior de las mismas con el consecuente ahorro de energía en sistemas de calefacción en hogares y lugares que pueden pagar este servicio, mejorando la calidad de vida de aquellos que no lo pueden costear.

La estructura se puede reutilizar para múltiples ciclos de vida de las plantas de vida corta como lechugas, espinacas, apio y otras. Tecnológicamente es el uso de dos tipos de nutrientes (mayores y menores) los cuales se incorporan al agua, existe una recirculación y se controlan niveles de pH y Conductividad eléctrica.

Aguas lluvias

En Colombia el comportamiento de las precipitaciones es en general muy constante en el transcurso del año, se presentan dos temporadas las que corresponden a los meses de (febrero, marzo y abril) y las correspondientes a los meses (octubre, noviembre y diciembre, los meses de menos precipitaciones se comportan con niveles que no son inferiores a los 50mm. Para la zona correspondiente a Sabana Centro, podemos ver que el comportamiento de las lluvias en cantidad de días que se presentan precipitaciones es para algunas zonas (100 - 150 días) y en otras zonas de (150-200 días) que es en sí un buen

promedio, para su implementación en las viviendas auto sostenibles, por lo que se adecuo de acuerdo con la vivienda, en su captación, transporte o conducción, filtrado y almacenamiento.

Estufa ecoeficiente

Se tomo como alternativa para la cocción de alimentos para ciertas zonas rurales de nuestro país de acuerdo con el programa nacional de estufas mejoradas para cocción con leña, orientado al uso sostenible y racional de la leña, que contribuya a mejorar la calidad de vida de la población documento del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Esta aplicación es factible para nuestro centro desde la concepción de las áreas industriales del centro y se observo como alternativa la fabricación de Briquetas, la estructura en metal con soldadura y el uso de ladrillos refractarios.

Materiales y métodos

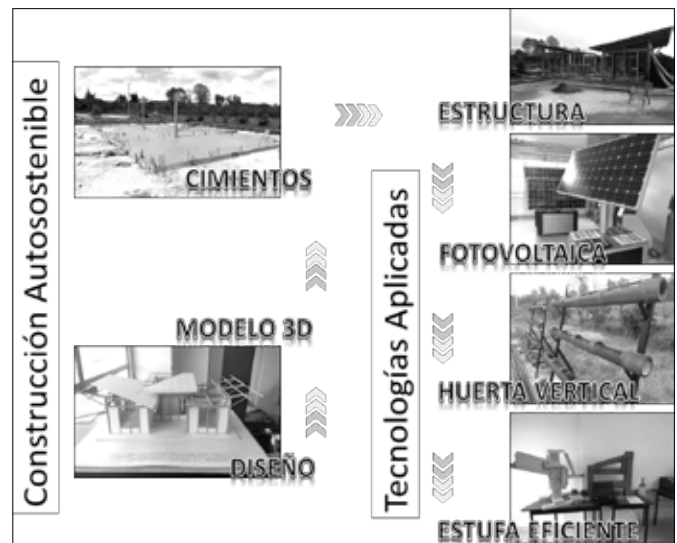


Figura 1. Metodología utilizada para el cumplimiento de la Vivienda Eco-Amigable. **Fuente:** Elaborado Grupo de Investigación GITAE ECOVIVIENDA, Chía Cundinamarca.

Resultados y discusión

Actualmente el proyecto “Solución amigable Eco-Vivienda rural autosustentable energéticamente” cuenta con unas dimensiones de 72mts² (12 metros de frente y 6 metros de fondo). Cimentación en Cemento, como estructura constructiva se tiene como elemento fundamental la guadua como material estructural (Columnas, Vigas de soporte), para las paredes placas de fibrocemento para exteriores, de yeso interno y finalmente la inclusión de cubierta de teja galvanizada.

Lo anterior se definió con el apoyo del instructor y Arquitecto Mauricio Bejar del Centro de Tecnologías para Construcción y las Maderas del SENA en Soacha. Teniendo en cuenta las consideraciones correspondientes para la construcción de estructuras se determinó un modelo tridimensional (Figura 1) que fue elaborado en cartón paja y listones de madera, siguiendo las normativas NSR - 10 Título G - Estructuras de madera y Estructuras de Guadua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

El diseño es de carácter innovador y busca ser un referente estético, para viviendas de una sola planta, sus aleros generosos proporcionan una conservación de la guadua y las afectaciones producidas por el sol y la lluvia a toda la vivienda, permite un flujo de aire constante.

Proceso de diseño

Teniendo en cuenta dichas consideraciones se estableció un diseño bastante interesante con grandes voladizos, que le dan una estética muy moderna y actual, con cubiertas al centro con el propósito de conducir las aguas lluvias e integrar conceptos de iluminación y aireación natural.

Diseño de los planos del proyecto

Este proceso fue realizado por el Arquitecto Jheysson Fernando Montaña Santana, que mediante el uso del Software AutoCAD y de acuerdo a las características del terreno y las consideraciones constructivas hechas en la maqueta configuro finalmente los planos de obra como se observa en la Figura 3 y Figura 4.

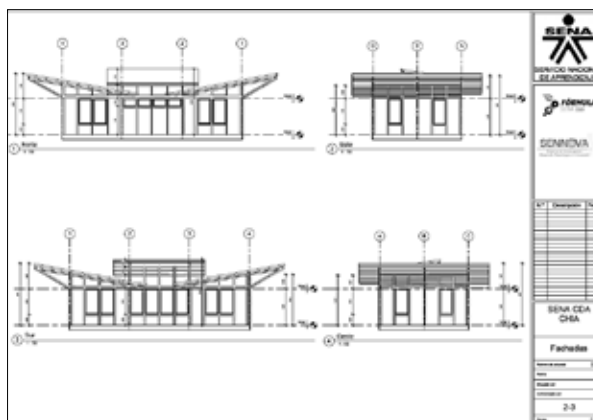


Figura 3. Plano Fachada, Cubierta. Fuente: Elaborado Grupo de Investigación GITAE ECOVIVIENDA, Chía Cundinamarca.

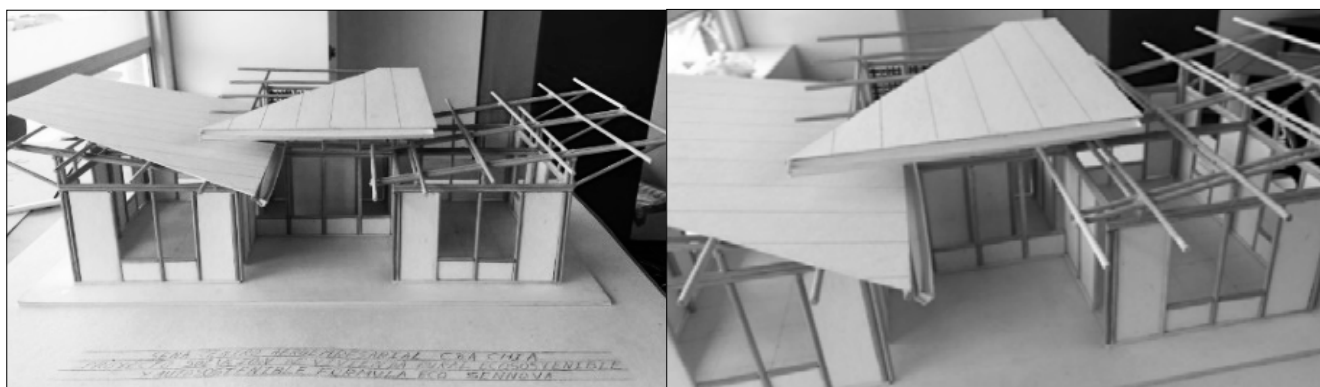


Figura 2. Modelo Tridimensional Ajustado. Fuente: Elaborado Grupo de Investigación GITAE ECOVIVIENDA, Chía Cundinamarca.

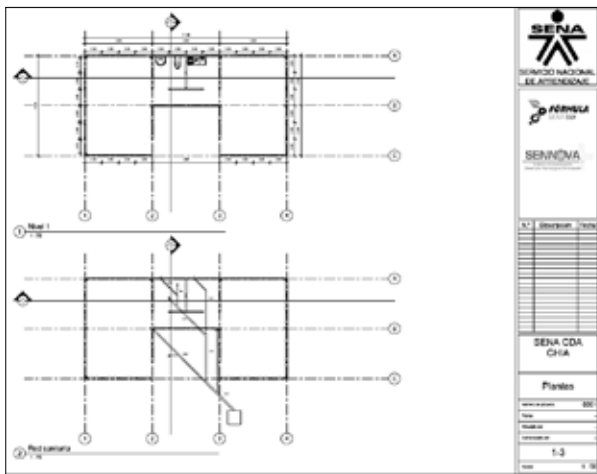


Figura 4. Plano Planta. **Fuente:** Elaborado Grupo de Investigación GITAE ECOVIVIENDA, Chía Cundinamarca.

Renderizado de los planos

Este modelo 3D obtenido desde la elaboración de la maqueta, se somete a diversos procesos, que con el uso de técnicas de texturizado de materiales, iluminación, distribución, así como técnicas fotográficas, crean una serie de efectos ópticos que se asemejan a una situación específica en el mundo real, dando como resultado una imagen fotorrealista, es decir, que aparenta ser una fotografía, tal como se muestra en la Figura 5. Esta actividad fue desarrollada por el instructor y diseñador John Fredy Pérez Rodríguez utilizando

el software 3DMAXStudio y los otros por el Arquitecto Jheysson Fernando Montaña Santana utilizando el software REVIT de Autodesk.

Proceso Constructivo

Este se inició con la localización, descapote, mejoramiento, aplicación de material seleccionado, excavación de vigas, cimentación por terraza, colocación de columnas y vigas estructurales, colocación de las placas, cubiertas, canales de aguas lluvias, con el apoyo de los instructores, Elkin Ramiro Prieto Aguilar, Jheysson Fernando Montaña Santana y Fabián Andrés Ardi-la Galvis (Figura 6).



Figura 5. Renderizado de la Vivienda ECO Sostenible. **Fuente:** Elaborado Grupo de Investigación GITAE ECOVIVIENDA, Chía Cundinamarca.



Figura 6. Proceso Constructivo Vivienda ECO Sostenible. **Fuente:** Elaborado Grupo de Investigación GITAE ECOVIVIENDA, Chía Cundinamarca.

Construcción Arquitectónica Autosustentable

Se partió de un diseño arquitectónico innovador que buscara una alternativa interesante para ser implementada en cualquier parte de nuestro país, haciéndolo estéticamente diferente a los modelos tradicionales de vivienda actualmente construidos en Colombia dándole mas opciones de versatilidad de uso de espacios y su por consiguiente su habitabilidad de espacios.

El manejo de estructuras en guadua fue un verdadero reto, ya que le centro al estar en la zona de clima frio, no es de uso frecuente este tipo de material por lo que apoyo de profesionales en la construcción posibilito la conformación de dicha estructura. Otro punto, pero no

menos importante es la colocación de muros, se utilizaron láminas de Superboard y Dryall disponibles en el área, de fácil adquisición y costo menos elevado que nos ofrece seguridad de las instalaciones y un menor peso que se puede dar a la estructura, pero se puede utilizar cualquier otro método alternativo que sea apropiado en las diferentes regiones de nuestro país.

Colocación Acometida Eléctrica y Pruebas del Sistema Fotovoltaico (Energía Renovable)

Este tipo de aplicaciones ya se están implementando en diferentes regiones de nuestro país como alternativa para la solución energética para muchas de las viviendas en nuestro país que por su distancia a los



Figura 7. Red Eléctrica y Sistema Fotovoltaico Vivienda ECO Sostenible. **Fuente:** Elaborado Grupo de Investigación GITAE ECOVIVIENDA, Chía Cundinamarca.



Figura 8. Sistemas de Huertas Hidropónicas Verticales Vivienda ECO Sostenible. **Fuente:** Elaborado Grupo de Investigación GITAE ECOVIVIENDA, Chía Cundinamarca.

cascos urbanos actualmente no tienen el acceso a este servicio público, pero igualmente para otras que su interés es la reducción de los consumos de la factura de energía domiciliaria.

Para el Centro de Desarrollo Agroempresarial es importante dotar de la técnica necesaria para la implementación de estos sistemas, para lo cual se desarrollaron cuatro sistemas de aprendizaje con el propósito de servir como un sistema de prácticas para aprendices y personas interesadas en el uso e implementación de estas tecnologías. La vivienda fue el siguiente paso, ya que por el tipo de cubierta, fue necesario construir sistemas soporte como pedestales para el soporte de 4 paneles policristalinos de 270 Watts cada uno, direccionados al sur y angulados 5° grados, con el fin de obtener la mayor incidencia solar.

Además de colocar un inversor de 60 Watts y un inversor de 1.500 Watts Onda Senoidal Pura, para el suministro aproximado y dos baterías de 150Ah. Las acometidas son fáciles de instalar por el uso de Drywall y el techo estructuralmente hecho en guadua.

Sistema Huertas Hidropónicas Verticales

Con la asesoría de la UMATA de Chía, se presenta el sistema de Hidroponía que en sí es una técnica de producción o cultivo sin suelo, en la cual se abastece de agua y nutrientes a través de una solución nutritiva completa el cual brinda las condiciones necesarias para un mejor crecimiento y desarrollo de la planta. Es por ello por lo que se realizó el diseño de una sencilla estructura Piramidal, controlada por un PLC Logo

SIEMENS 8 y cuatro Electroválvulas de 12 V, se planea incluir un Conductímetro y un medidos de pH, y una Bomba de Agua de 1/2 HP a 110 VAC.

Sistema de recolección y tratamiento de Aguas Lluvias

El proyecto de la Vivienda ECO Amigable implementó un sistema de recolección y tratamiento de aguas, se compone de los siguientes elementos:

- a. Área de captación:** Es el tejado y las cubiertas de la vivienda.
- b. Conductos de agua:** Teniendo en cuenta la inclinación del tejado y/o una serie de bajantes o conductos que dirijan el agua captada al depósito. Se escogió una canal resistente a la corrosión del óxido y a los rayos ultravioleta, con sello impide fugas en el sistema y en material PVC y de fácil limpieza y mantenimiento.
- c. Filtros:** Eliminan el polvo y las impurezas que porte el agua.
- d. Depósitos:** Este espacio de almacenamiento del agua recolectada, corresponde a tanques de PVC.
- e. Sistemas de control:** Implementado con un PLC Logo SIEMENS 8m gestiona la alternancia de la utilización del agua de la reserva, el filtrado y el almacenamiento de los depósitos.
- f. Sistema de Colector Solar Térmico:** Su propósito es convertir la radiación solar en calor y conducirlo al fluido del colector, es decir, al agua en la mayoría de los casos; para el agua caliente, el tipo de colector térmico vendrá definido por la temperatura final del agua. Para la mayoría de los casos es de (60 °C como máximo), el colector solar plano suele ser suficiente (Orbegozo, 2018).

Estufa Eficiente con Biomasa

Las estufas eficientes que reduzcan los impactos ambientales por tala de bosques y le dé una alternativa al

campesinado para el aprovechamiento eficiente para la cocción de alimentos utilizando diferentes tipos de materiales, disponibles. "La Alianza Mundial para Estufas Limpias (The Global Alliance for Clean Cookstoves) desarrolló un conjunto de definiciones sobre lo que significa una "estufa limpia" y "estufa eficiente" con el propósito específico de hacer seguimiento al objetivo de que 100 millones de hogares en todo el mundo adopten estufas y combustibles limpios y eficientes para el año 2020" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

La prensa y molde para briquetas de Biomasa

El prototipo de prensa para fabricar briquetas de biomasa permite generar la fuerza de presión suficiente para extraer casi la totalidad de la humedad de las briquetas hechas de biomasa para estufa eficiente, además de lograr compactar dicho material (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura FAO, 2018). Prensa de madera en forma de palanca para aplicar presión necesaria sobre el molde de las briquetas, molde en PVC (tubo de 4 pulgadas) para dar forma a las briquetas. El Prototipo mecánico que permite la fabricación de briquetas de material biomásico para combustión de estufa eficiente. (Proyecto fórmula SENA eco + 2017. Actividad desarrollada por el instructor Luis Fernando Rincón Amarillo (Figura 9).



Figura 9. Modelo de prensa para conformación de las briquetas, para estufa Eco-eficiente. **Fuente:** Elaborado Grupo de Investigación GITAE ECOVIVIENDA, Chía Cundinamarca.

Conclusiones

- La posibilidad que comunidades campesinas y/o rurales puedan acceder a tecnologías e innovaciones en el ámbito de construcción sostenible con materiales durables y que pueden conseguirse fácilmente, en especial el uso de la guadua como elemento de construcción.
- La Vivienda Eco Amigable incluye uso de energías alternativas, para reducir el consumo energético de las viviendas mediante paneles solares, energía eólica, estufa eco eficiente colector solar y aplicaciones de control mediante el uso del PLC para generar un óptimo ahorro de energía.
- Mayor retención del presupuesto familiar, disminución total o parcial de las facturas de los servicios públicos, ya que se incluye el concepto de manejo eficiente de los recursos energéticos y con ello la sostenibilidad.
- Producción alimentaria local, con la posibilidad de aumentar el área de producción de la huerta horizontal y generar con ello ganancias para la familia campesina.

Agradecimientos

El grupo de Investigación agradece a la Subdirectora del Centro de Desarrollo Agroempresarial y aquellos instructores que hicieron parte desde el principio de la formulación y fases iniciales, todos dentro de sus saberes aportaron con su conocimiento e interés para el desarrollo de este proyecto.

- Dra. Leonora Barragán Bedoya, Subdirectora Centro de Desarrollo Agroempresarial, lbarraganb@sena.edu.co
- Orlando Castrillón García, Lider Sennova CDA Chía, ocastrillon4@misena.edu.co
- Bárbara Ivonne Prieto Rodríguez, Instructora, biprietor@misena.edu.co

- Johon Alver Hidalgo Cardona, Instructor, ing.johonhidalgo2508@gmail.com
- John Fredy Pérez Rodríguez, Instructor, fredyhtml5@gmail.com
- Álvaro Martínez Peña, Instructor Centro de Desarrollo Agroempresarial, amartinezp@sena.edu.co
- Mauricio Bejar Roa, Instructor Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera, mbejarr@sena.edu.co
- Dayana Clemencia Benavides Erazo, Instructora Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano, dcbenavides2@misena.edu.co
- Juan Francisco Guzman Zabala, Instructor Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera, jfguzmanz@sena.edu.co

Referencias

- Comisión Europea (29 de Septiembre de 2017). El cambio climático: ¿qué es? Obtenido de www.oei.es/historico/decada/portadas/climate_change_youth_es.pdf
- Consejo Municipal de Chía (25 de Julio de 2016). ACUERDO 100 POT 2016.pdf. Obtenido de <http://www.chia-cundinamarca.gov.co/index.php/pot-2016>
- Departamento Nacional de Planeación (21 de Junio de 2017). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/prensa/bases%20plan%20nacional%20de%20desarrollo%202014-2018.pdf>
- División de Ciencias del Agua, UNESCO (2015). Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015, Agua para un mundo sostenible. Región Umbria Italia: Unesco.
- División de Ciencias del Agua, UNESCO (2 de Septiembre de 2017). Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2014. Obtenido de unesdoc.unesco.org/images/0022/002269/2269615.pdf

- Greenpeace Colombia (22 de Abril de 2016). Los países firman el acuerdo climático de París en las Naciones Unidas. Obtenido de <http://www.greenpeace.org/colombia/es/Noticias/Los-paises-firman-el-acuerdo-climatico-de-Paris-en-las-Naciones-Unidas/>
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (17 de 16 de 2017). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/seguimiento>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2010). Estufas eficientes para cocción con Leña. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/mitigacion_/LINEAMIENTOS_ESTUFAS_MEJORADAS_PARA_COCCI%C3%93N_CON_LE%C3%91A.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (5 de Mayo de 2017). NSR - 10 Título G - Estructuras de madera y Estructuras de Guadua. Obtenido de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/7titulo-g-nsr-100.pdf>
- Orbegozo Carlos, A. R. (25 de Abril de 2018). ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Manual técnico para termas solares. Obtenido de <http://deltavolt.pe/documentos/Manual-ES-termica.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (25 de Abril de 2018). BIOENERGÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EVALUACIÓN RÁPIDA (BEFS RA). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-bp845s.pdf>

Ruta del Cacao, experiencia en el marco de la planificación turística

The Route of Cocoa, Experience in the Tourist Planning Framework

YOJANA HURTADO BERNAL
Administrador Turístico y Hotelero
yojana.hurtado.bernal@gmail.com

MAURICIO F. RIVERA MARTÍNEZ
Ingeniero Catastral y
Geodesta - Topógrafo
mauriciof.rivera@gmail.com

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Ruta del Cacao, experiencia en el marco de la planificación turística

Resumen

El propósito del artículo, "Ruta del cacao, experiencia en el marco de la planificación turística" busca compartir la puesta en valor turístico de uno de los hallazgos encontrados durante el trabajo de campo en el marco de la investigación "Sostenibilidad para el desarrollo de productos turísticos en las provincias del Alto Magdalena y Tequendama". Adicionalmente, exponer desde la visión de una planificación turística incluyente la construcción de la Ruta.

Se avizora también la implementación del recorrido en el departamento del Tolima articulando el proyecto a los objetivos de desarrollo de producto turístico que tiene la Región Administrativa y de Planeación Especial, RAPE, entidad pública regional creada en el país, en septiembre de 2014, constituida mediante convenio suscrito por los departamentos Cundinamarca, Boyacá, Meta, Tolima y por Bogotá D. C.

Palabras clave: atractivo turístico, experiencia turística, planificación turística, producto turístico, ruta turística.

Abstract

The purpose of the article, "Route of Cocoa, Experience in the Tourism Planning Framework" seeks to share the tourism value of one of the findings found during the field work in the framework of the research "Sustainability for the Development of Products Tourism in the Provinces of Alto Magdalena and Tequendama". And additionally, to expose the construction of the Route from the perspective of an inclusive tourism planning.

The implementation of the route in the department of Tolima is also envisioned, articulating the project to the tourism product development objectives of the Administrative Region and of Special Planning, RAPE, a regional public entity created in the country (in September 2014), constituted through an agreement signed by the departments of Cundinamarca, Boyacá, Meta, Tolima and Bogotá DC.

Keywords: Tourist Attraction, Tourism Experience, Tourism Planning, Tourist Product, Tourist Route.

Introducción

Los turistas que visitan un destino y encuentran un entorno que les permita satisfacer las motivaciones de su viaje, son los que regresan en el futuro para contribuir económicamente a una región. Son los que probablemente van a apoyar la sostenibilidad del ecosistema y de la cultura local. Pero para que esta premisa suceda, se debe acudir a la herramienta de planificación turística en el desarrollo de un destino y por ende en el diseño de sus productos.

La integración del turismo en la economía, la sociedad, la cultura y el medio ambiente exige la planificación y la gestión de un espacio turístico; cualidad que aporta la planificación, coadyuvando en el uso racional de los recursos naturales y aportando estrategias para poner en valor los recursos turísticos, estableciendo líneas de acción para la consecución de un desarrollo turístico sostenible.

Según el arquitecto Jorge Valencia en su libro *Diccionario de términos turísticos*, afirma que "Planificación turística" es el conjunto de acciones dirigidas a encauzar o modificar el proceso de desarrollo de una localidad, hacia unos fines determinados en consideración con la política turística en armonía con los planes nacionales, regionales o locales de desarrollo económico y social.

El papel de la planificación turística es aquel que va encaminado a la identificación, diseño, desarrollo y administración de áreas turísticas donde la concertación y colaboración entre partes involucradas, la comunidad y el medio, debe ir por encima de los intereses individuales (Configuración del Espacio Turístico, 2010).

Es así que para el diagnóstico de los territorios se eligió una metodología ajustada basada en la metodología ROVAP (Wallace & Bauer, s. f.), por ser una herramienta de planificación que permite identificar y mantener una diversidad de oportunidades turísticas en áreas naturales y a la vez asegura y mantiene la integridad de los recursos y condiciones deseadas en las áreas. Se utiliza

principalmente para distribuir y planificar los recursos turísticos, identificar dichos recursos, determinar las consecuencias de las acciones de gestión relacionadas con las oportunidades turísticas y armonizar las experiencias que desean los turistas con la disponibilidad de estas. La planificación puede ayudar con la identificación o inventario de oportunidades turísticas además de ayudar a establecer un nivel de protección apropiada tanto para los usuarios como para el entorno (Wallace & Bauer, s. f.).

Esta metodología proporcionó a los planificadores e investigadores una mayor probabilidad de oportunidades para tener experiencias turísticas de alta calidad en el municipio de Nilo, provincia del Alto Magdalena.

La planificación de las actividades turísticas y recreativas ha evolucionado con el mercado y ya no es suficiente concentrarse en producir vistas específicas como caminatas, pesca, natación, observación de aves o *camping*, entre otros. Los visitantes ahora no se enfocan solamente en actividades específicas, sino buscan ciertos entornos o escenarios que les permitan realizar a plenitud su ideario de descanso y esparcimiento, aprendiendo y sintiendo en actividades que se puedan involucrar con la identidad cultural de una región (Morales, 2014).

Por los anteriores discernimientos sobre la planificación y la gestión turística y con los resultados de la investigación, se buscó para el diseño de producto turístico un atractivo que buscara satisfacer la actual demanda de turistas, encontrándose en el municipio de Nilo, provincia del Alto Magdalena, un producto diferenciado en el que se pueda ofrecer oportunidades para esas experiencias. Por lo anterior, se planteó diseñar La Ruta del Cacao, caracterizada en un turismo rural comunitario (Barrera, 2006).

La Ruta del Cacao, es un proyecto de integración regional entre el municipio de Cundinamarca y el Tolima, basado en la cultura del consumo del cacao. Con actividades de senderismo asociadas en el disfrute de atractivos naturales y culturales en la región.

La Ruta del Cacao propone recorridos por la región de Nilo, el primero, denominado “Experiencia vivencial Ruta del Cacao” incluye la finca Nápoles, vereda Margaritas, de propiedad de Jacobo Callejas y Alcira Molina; la finca San Luis ubicada en la vereda Aguacito, de propiedad German Sánchez y Liliana Jiménez; la finca El Recuerdo ubicada en la vereda San Jerónimo, propiedad de Marcos Tafur y Doria Vélez; y la finca La Fortuna de propiedad de Moisés García y Alba Ruth Peñaranda ubicada en la vereda Buenos Aires.

El segundo, consiste en un recorrido multidesestino con el departamento del Tolima, específicamente en la finca La Primavera, ubicada en el corregimiento de San Bernardo, de propiedad de la señora Cecilia Triviño y la finca Agro Turística Entre Aguas, de propiedad de Gisela Sánchez, ubicada en Coello Cocora Ibagué, denominado “Saberes y aromas del cacao”. Este último recorrido se articula a los objetivos de desarrollo de producto turístico que tiene la Región Administrativa y de Planeación Especial, RAPE, entidad pública regional creada en el país, en septiembre de 2014, constituida mediante convenio suscrito por los departamentos Cundinamarca, Boyacá, Meta, Tolima y por Bogotá D. C., con el propósito de impulsar y articular planes regionales de desarrollo económico y ambiental en su territorios (Fontur, 2012).

En la Ruta se visitan las principales fincas donde se puede apreciar el proceso del cacao desde la primera etapa, que empieza en un vivero, luego pasa a la siembra, la cosecha y el fermentado, hasta que se convierte en uno de los granos más finos de la región.

Con esta nueva ruta se pretende que el flujo de turistas en la región aumente y se incentive el consumo de chocolate con el fin de mejorar la producción y también busca integrar a todas aquellas unidades empresariales vinculadas al cacao a la cadena de valor del sector turismo.

Materiales y métodos

La investigación se basó en cumplir con los componentes de una investigación científica en el cual comprende procesos y concepciones del mundo, teorías, leyes, métodos, una base conceptual o marco teórico, el cual es indispensable para comprender una situación compleja. Se realizaron los pasos de una metodología que incluye un conjunto de técnicas o instrumentos para contribuir a la comprensión y el método de trabajo.

Se tomó un camino ordenado, entendido como el conjunto de pasos que conducen hacia el objeto de investigación. Fue una permanente interrelación entre el marco teórico, el objeto de investigar y el método. Por tanto el método de investigación empleado cumplió en general las siguientes fases: búsqueda y recopilación de información, clasificación, análisis, interpretación y explicación del material seleccionado, síntesis y formulación de teorías.

En el caso concreto de la investigación, una vez clasificados los materiales recopilados, se procede a analizarlos con mucha objetividad y rigurosidad. Encontrando que de 70 atractivos naturales y 115 atractivos culturales, existía un constante con factor diferenciador entre los atractivos de naturaleza como lo son las fincas de cacao.

Observando esta característica y viendo el potencial de este hallazgo, para el objetivo principal de la investigación, se procedió a aplicar el método de la Investigación Acción Participativa (IAP), involucrando a las personas de la comunidad para el siguiente paso que fue la construcción de una ruta turística, puesto que la comunidad es la que conoce mejor su realidad que las personas que estamos fuera de ella.

Es así como se consolida La Ruta del Cacao, en el municipio de Nilo, zona de la provincia del Alto Magdalena. Iniciándose entonces, un reconocimiento del territorio aplicando la herramienta de Valoración y planificación turista. Posteriormente, se proyecta la Ruta al departamento del Tolima.

Proceso

Se realizó una investigación de campo iniciando un proceso de inventario, conforme con lo establecido por la metodología para la elaboración de inventario de atractivos turísticos, del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ley 300 de 1996, Ley 1101 de 2006, ley 1558, 2012, en el cual se registraron ordenadamente los factores físicos naturales y culturales como un conjunto de atractivos que servirían como base para elaboración de productos turísticos en la región (Formatos de inventario en el estudio de investigación).

Fue necesario establecer una diferencia entre:

- **Recurso:** factores físicos y culturales potencialmente explotables por el turismo.
- **Atractivo:** factores físicos y culturales que reúnen las condiciones para ser integrados de inmediato a los productos turísticos.

Cada una de las fichas del inventario contó con información referente a:

- **Generalidades:** nombre, departamento, corregimiento, vereda o localidad, administrador o propietario, dirección/ubicación, teléfono/fax, tiempo (desde la ciudad capital, ubicación, indicaciones para el acceso).
- **Características:** código asignado por la metodología, bien cultural mueble o inmueble.
- **Descripción:** descripción completa del bien.
- **Calidad:** asignando un puntaje, se analiza el estado de conservación, constitución del bien, y representatividad general.
- **Significado:** se analiza la importancia del bien a nivel local, regional, nacional e internacional.

Se realizó una evaluación objetiva (cualitativa y cuantitativa) de los atractivos y recursos con el fin de

seleccionar aquellos susceptibles de aprovechamiento turístico inmediato. Para los atractivos/recursos turísticos identificados, se asignó un significado que está determinado por el reconocimiento que se tenga en el entorno, en función de su puesta en valor para el mercado. Es decir, los atractivos/recursos pueden tener reconocimiento a nivel local, regional, nacional e internacional.

Adicionalmente, otras ejecutadas acciones fueron:

- Identificar los atractivos que permitieran diversificar y especializar la oferta.
- Realizar un análisis inicial del proceso de planificación turística
- Diseñar productos turísticos con aquellos atractivos que se seleccionen.
- Estructurar paquetes turísticos con atractivos que se encontraran listos para la actividad turística.
- Identificar acciones de restauración y adecuación de aquellos atractivos que lo demandaran.
- Contar con una línea base sobre la información de esta oferta, de manera que las localidades puedan hacer seguimiento y actualizar periódicamente sus condiciones para los procesos posteriores.

Finalmente, con el fin de analizar el territorio se utilizó la metodología ajustada basada en la metodología ROVAP (Wallace & Bauer, s. f.), y estudios como los de (Ochoa, 2014) los cuales indican que los visitantes o turistas ahora buscan entornos o escenarios con características o atributos que hagan más probable la realización de sus expectativas particulares y de sus experiencias deseadas.

Resultados y discusión

El turismo, como cualquier actividad humana, produce impactos sobre las comunidades donde se desarrolla. Por tal motivo, se plantea para su desarrollo la propuesta de planificación enfocada a la valorización.

Los actores del presente artículo son conscientes de que no se trata solo de identificar los recursos y atractivos ambientales y culturales de una región, tal como se estableció en el primera fase de investigación, sino que estos deben destacarse a través de un proceso de organización y planificación territorial, que facilite el acceso a los mismos, hacerlos comprensibles para los visitantes con el fin de incrementar su valor de uso, velando a la vez por su preservación y afluencias importantes de turistas.

Tras las diversas consecuencias negativas de un turismo desordenado y masivo nace la ordenación del territorio, a través de procesos de planificación y valorización que tiene en cuenta los desafíos vinculados con un reparto de los recursos inmateriales, los hombres y las actividades, ofreciendo a los actores del desarrollo identificar factores socioeconómicos y medioambientales que condicionen el futuro positivo de la región

En este contexto, queremos dejar una reflexión para la adecuación de los lugares que se incluyen en la Ruta

del Cacao, la cual exige un proceso de valorización que apele a los instrumentos de política pública, políticas empresariales, planes de manejo para cada atractivo, planes de desarrollo territorial y planes de desarrollo turístico.

En tal sentido, para zonas donde se encuentran las fincas (Tabla 1, Caracterización fincas de la Ruta del Cacao en Nilo) (Tabla 2, Caracterización fincas de la Ruta del Cacao en Ibagué), se propone delimitar los espacios geográficos de manera concertada con los operadores turísticos y con la comunidad a fin de garantizar que la experiencia de los usuarios se encuentre acorde con los productos diseñados.

Una de esas delimitaciones permite agrupar de manera homogénea diferentes tipos de usuarios con expectativas similares. Se ha demostrado que no existe un visitante o turista típico, lo que implica la necesidad de ofrecer una diversidad de oportunidades y entornos para satisfacer una demanda compleja. La satisfacción de intereses recreativos, tiene el efecto de producir beneficios personales y sociales como mejor salud, productividad laboral, armonía familiar y conciencia ambiental (Wallace & Bauer, s. f.).

La caracterización de las fincas nos permite observar las oportunidades para el turista.



Imagen 1. Árbol de cacao. **Fuente:** Mauricio Rivera Martínez.

Tabla 1. Caracterización fincas de la Ruta del Cacao en Nilo. **Fuente:** Yojana Hurtado Bernal.

CARACTERIZACIÓN TURÍSTICA				
Relación Ruta del Cacao orgánico				
Predio	Contacto	Ubicación política	Características	Producto turístico
Finca San Luis	German Sánchez Liliana Jiménez	Municipio Nilo Vereda Aguadiocito	Servicio de alojamiento. Comercialización de los productos de cacao orgánico. La señora Liliana Jiménez presidente de la Asociación PROASOAGRO, donde se encuentran afiliadas las fincas que conforman la Ruta, representa a nivel nacional e internacional la imagen de la Federación Nacional de Cacaoteros, FEDECACAO	Alojamiento, experiencia de aprender a hacer cacao, planta de laboratorio senderismo cacao orgánico marca internacional María del Campo
Finca El Recuerdo	Marcos Tafur Doria Vélez	Municipio Nilo Vereda San Jerónimo	Por ser un predio pequeño y por tener fácil accesibilidad, es seleccionada para un tipo de población de adultos mayores, por sus características se puede realizar el recorrido sin mayor dificultad y se realiza un proceso artesanal	Senderos para adulto mayor cacao orgánico
Finca La Fortuna	Moisés García Alba Ruth Peñaranda	Municipio Nilo Vereda Buenos Aires	Particularidad de doble connotación, caficultores y cacaoteros permiten que se pueda practicar senderismo. Proceso de producción es artesanal	Café orgánico y cacao orgánico
Finca Nápoles	Jacobo Callejas Alcira Molina	Municipio Nilo Vereda Margaritas	Recorrido de unos 15 a 20 minutos, del cultivo agrícola de la mata de cacao, su producción es artesanal.	Agroturismo, senderos en grandes cultivos de cacao

Tabla 2. Caracterización fincas de la Ruta del Cacao en Ibagué. **Fuente:** Yojana Hurtado Bernal.

CARACTERIZACIÓN TURÍSTICA				
Relación Ruta del Cacao orgánico				
Predio	Contacto	Ubicación política	Características	Producto turístico
Finca La Primavera	Cecilia Triviño	Vereda San Bernardo	Cultivo del Cacao, árboles frutales, casa campesina estilo moderno, proceso artesanal	Finca temática. Senderos temáticos interpretativos. Cursos temáticos proceso artesanal de hacer cacao
Finca EntreAguas	Gisela Sánchez	Vereda Coello Cocora	Cascadas, alojamiento, senderos, cultivo de cacao	Torrentismo. Sendero de los sentidos. Alojamiento. Cursos de cacao artesanal
Finca Juan Choconat			Cultivos. Comercialización de su marca Juan Choconat. Cafeterías en centros comerciales	Experiencia en talleres para hacer chocolatina. Marca nacional Juan Choconat

Como resultado de la nueva tendencia del turismo basado en experiencias y tomando como base los lineamientos del ROVAP, se utilizó “El Espectro de Oportunidades Recreativas (ROS)”, el cual usa un rango de categorías o zonas de manejo de la tierra con diferentes tipos de entornos clasificándolos según el mayor o menor grado de presencia de biodiversidad, infraestructura o cercanía a entornos urbanos y rurales. Dando como resultado zonas prístinas o vírgenes, zonas naturales, zonas rurales y zonas urbanas, bajo el análisis de factores como entornos ambientales, sociales y de gestión los cuales cuentan con subcategorías que permiten especificar los diagnósticos territoriales (Tabla 5, Diagnóstico territorial).

Las zonas o clases de oportunidades para la recreación se definieron bajo tres características: el entorno ambiental, social y administrativo o de gestión. En cada zona o clase de oportunidad recreativa, las características como naturalidad, evidencia de actividades humanas, facilidad en el acceso, tipo de acceso, número de personas encontradas, nivel de infraestructura y presencia de vigías, guías de turismo o informadores turísticos, entre otros, permitieron diagnosticar los productos turísticos a desarrollar.

El mapeo de actividades turísticas fue usado para hacer inventarios de las oportunidades recreativas en la región. Teniendo como referente los inventarios de atractivos turísticos levantados por el grupo de investigación de manera previa. La idea principal fue que el conjunto de áreas naturales, rurales y zonas turísticas de la región, pudiera proveer una diversidad de entornos y oportunidades recreativas acorde a las necesidades de los habitantes locales, turistas y visitantes.

Para ello se procedió a realizar el mapeo con el fin de que los pobladores identificaran su territorio a través de la cartografía social:

Metodología de adquisición geográfica

Dentro del proceso de identificación de la ruta, se utilizaron instrumentos de precisión cartográfica para la conformación y adquisición de la información geográfica.

La determinación de las posiciones fue realizada obteniendo coordenadas geográficas mediante un equipo navegador Garmin 62s, el cual cuenta con compás de tres ejes y altímetro barométrico para una apropiada identificación inicial del trazado y navegación de las rutas y la localización de los puntos identificados como de gran interés a nivel de productos turísticos.

Metodología de procesamiento de datos espaciales

Con la información recopilada en campo, se realizó la descarga de datos de campo y la transformación de coordenadas utilizando la herramienta informática Arcgis 10.4, con la cual se ejecuta la programación teniendo en cuenta el manual de adopción del marco geocéntrico nacional de referencia MAGNA-SIRGAS como datum oficial de Colombia para obtener los siguientes parámetros:

SISTEMA DE REFERENCIA	ITRF94
Datum:	MAGNA - SIRGAS
Origen de proyección:	Bogotá
Elipsoide:	WGS84 = GRS80
Semieje mayor:	6378137.0m
Hemisferio:	NW
Achatamiento:	1/298. 25722356300
Tipo de proyección:	TM LOCAL
Fórmula:	GAUSS KRUGER
Latitud de origen:	4° 35' 46.32150" N
Longitud de origen:	74° 04' 39.02850" W
Falso este:	1000000
Falso norte:	1000000
Factor de escala:	1,0
Unidad de medición:	Metros lineales

Cartografía y mapificación

El uso de cartografía se realizó con la información actualizada de las bases de datos geográficas en escalas 1:100.000 y 1:25000 publicada por el IGAC, con la cual se identificaron las cédulas catastrales de los predios, su longitud y extensión, para luego unir esta información y emitir los productos visuales y cartográficos que a continuación se exponen.



Figura 1. Localización departamental y municipal del área recorrida en el proceso de campo.
Fuente: Mauricio Rivera Martínez.

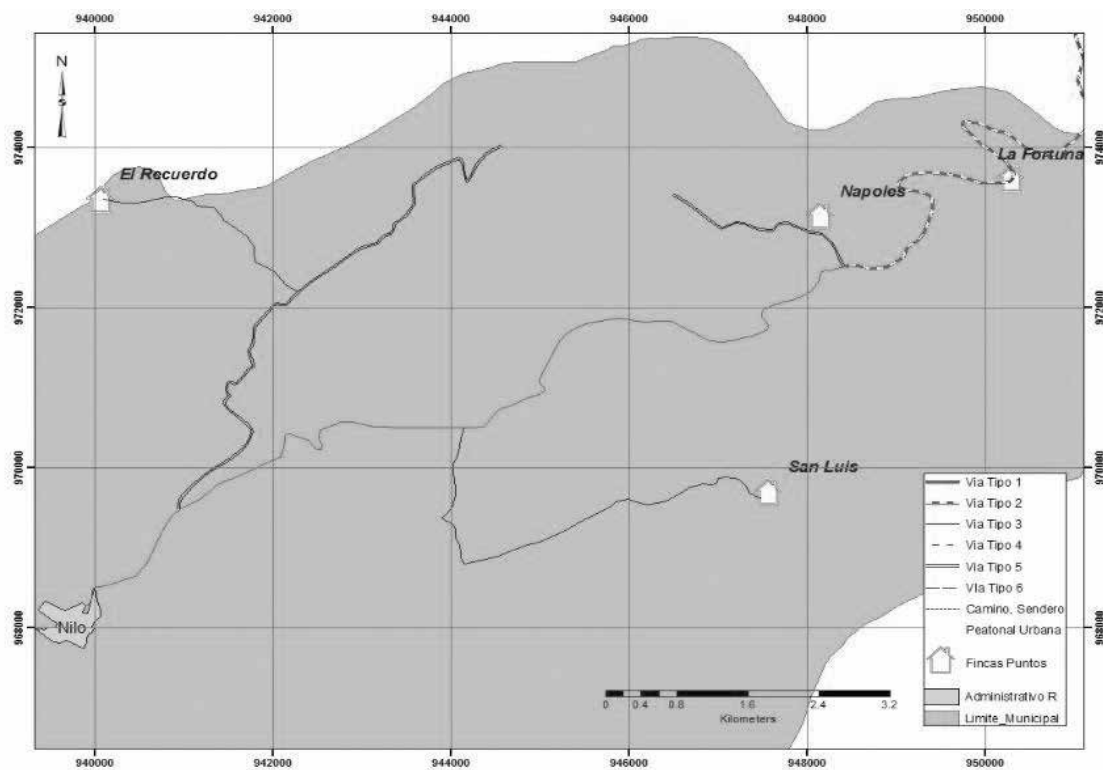


Figura 2. Localización específica de los puntos de interés recorridos. **Fuente:** Mauricio Rivera Martínez.

Las siguientes tablas contienen la información recolectada a partir de los recorridos:

Tabla 3. Coordenadas planas de los centros de interés. **Fuente:** Elaboración propia.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA			
Sistema de proyección Magna - Sirgas Origen Bogotá			
Coordenadas Planas de Gauss			
Pedio	Este	Norte	Altura (Aprox.)
Finca San Luis	947588	969699	1000
Finca El Recuerdo	940078	973356	1000
Finca La Fortuna	950308	973615	1120
Finca Nápoles	948169	973149	890



Imagen 2. Panorámica de finca San Luis. **Fuente:** Mauricio Rivera Martínez.

Tabla 4. Determinación de aspectos logísticos en la ubicación. **Fuente:** Elaboración propia.

Desde	Hacia	Distancia (Km)	Tiempo aproximado (minutos)	Observaciones
Nilo (Urbano)	Finca San Luis	11.5	50	Vía parcial afirmado, transitable en tiempo de lluvia
Nilo (Urbano)	Finca El Recuerdo	8.2	40	Vía parcial afirmado, transitable en tiempo de lluvia
Nilo (Urbano)	Finca La Fortuna	11.8	40	Vía pavimentada en su mayoría
Nilo (Urbano)	Finca Nápoles	14.5	50	Vía pavimentada en su mayoría



Imagen 3. Tramo vía de acceso finca San Luis. **Fuente:** Mauricio Rivera Martínez.

Una vez elaborados los mapas de las áreas, se estableció un diálogo de saberes frente al manejo sostenible de los territorios a través de grupos focales, si bien el concepto de sostenibilidad se utiliza con frecuencia en el turismo, la implementación se dificulta. Un acuerdo al

que se llegó, fue en que el turismo sostenible se debe implementar en los corregimientos abarcando lo ambiental, social, personal, económico y cultural. Para ello se realizó un diagnóstico con la siguiente realidad.

Tabla 5. Diagnóstico territorial. **Fuente:** Elaboración propia.

DIAGNÓSTICO DEL TERRITORIO					
ENTORNOS	INDICADORES	CLASE DE OPORTUNIDADES			
		PRÍSTINA O VIRGEN	NATURAL	RURAL O RÚSTICA	URBANA
ENTORNO AMBIENTAL ZONAS RURALES					
Grados de naturalidad	Alteración de la vegetación	Muy poca	Poca	Alteración media	Alteración significativa
Evidencia de actividad humana	Encuentros	Muy baja	Algo	Bastante	Hay en casi todos los lugares
Aislamiento	Tipo de acceso	Nada o poco	Senderos y caminos básicos	Senderos, caminos de tierra o calzadas	Senderos con superficies calzadas, caminos, muy fácil acceso
	Tamaño de las áreas	Varía desde lugares pequeños hasta áreas significativas	Varía bastante, pero suficientemente grande para observar la naturaleza y procesos rurales	Suficientemente grande para evidenciar procesos agrícolas	Generalmente grande
ENTORNO SOCIAL					
Interacción social	Tamaño del grupo	Muy pequeño	Hasta 25 en el mismo grupo	Grupos grandes de escolares, turistas, etc.	Grupos muy grandes, especialmente en lugares públicos
	Número de encuentros	Pocos, probabilidad de no más de 1 por día	Varios, probabilidad de no más de 10 por día	Común, probabilidad de más de 20 por día	Común, probabilidad de más de 20 por día

DIAGNÓSTICO DEL TERRITORIO					
ENTORNOS	INDICADORES	CLASE DE OPORTUNIDADES			
		PRÍSTINA O VIRGEN	NATURAL	RURAL O RÚSTICA	URBANA
ACTIVIDADES	Turísticas	Caminatas acampadas contemplación visual, observación de flora y fauna, paseos a caballo, estudio de la naturaleza, escalada en roca, pesca, natación, exploración de cuevas paseos en bicicleta	Caminatas, acampadas, contemplación paisajística, observación de flora y fauna, paseos a caballo, estudio de la naturaleza exploración de cuevas, paseos en bicicleta, picnics, alojamientos rurales y hostales, educación ambiental e interpretación, deportes de aventura	Caminatas, acampadas, contemplación paisajística, observación de vida silvestre, paseos a caballo, estudio de la naturaleza, paseos en bicicleta alojamiento en sitios frecuentados, agroturismo, turismo comunitario	Caminatas, acampadas, contemplar visuales, observar la vida silvestre, paseos a caballo, acampadas, estudio de la naturaleza, escalada en roca, paseos en moto, uso de automóviles, paseos en bicicleta, alojamiento en hoteles tradicionales, participación en festivales, museos, viajes en autobús, servicios comerciales y deportes en general
	Locales	Ceremonias tradicionales, cosecha de plantas medicinales, comidas tradicionales, caminatas, acampadas, contemplación paisajística, observación de vida silvestre, paseos de olla, paseos a caballo, visita a los ríos y quebradas	Ceremonias tradicionales, cosecha de plantas medicinales, comidas tradicionales, caminatas, acampadas, contemplación paisajística, observación de vida silvestre, paseos de olla, paseos a caballo, visita a los ríos y quebradas.	Cualquier actividad cultural o de negocios compatible con los objetivos de conservación, caminatas, acampadas contemplar visuales, observar la vida silvestre, paseos a caballo, acampadas, estudio de la naturaleza, paseos en moto uso de automóviles pesca natación, paseos en bicicleta, sitios muy frecuentados, campamentos desarrollados educación ambiental, interpretación áreas de observación desarrolladas, viajes en autobús, servicios comerciales, deportes	Cualquier actividad cultural o de negocios compatible con los objetivos de conservación, caminatas, acampadas, contemplar visuales, observar la vida silvestre, paseos a caballo, acampadas, estudio de la naturaleza, paseos en moto, uso de automóviles, pesca, natación, paseos en bicicleta, sitios muy frecuentados, campamentos desarrollados, educación ambiental, interpretación áreas de observación desarrolladas, viajes en autobús, servicios comerciales, deportes

ENTORNO DE GESTIÓN					
INFRAESTRUCTURA	Senderos	Desarrollo mínimo de senderos naturales, no hay instalaciones para seguridad	Desarrollo de senderos naturales		Desarrollo de senderos y superficies, instalaciones para seguridad, puentes para facilitar el acceso, instalaciones de descanso, muros de contención, declives y pendientes transversales para facilitar el acceso a usuarios
	Caminos	Ninguna o improvisada	Caminos de tierra no calzadas, puentes que aseguran el visitante y proveen protección al recurso, áreas para acampar, estacionar	Caminos de tierra no calzadas, puentes que aseguran el visitante y proveen protección al recurso, áreas para acampar, estacionar	Caminos, principalmente calzadas o pavimentados, capacidad para muchos vehículos, camiones, ómnibus, etc., estacionamiento común y de fácil acceso
	Señalización	Desde ninguna hasta alguna para orientación	Desde ninguna hasta alguna para orientación	Desde ninguna hasta alguna para orientación	Informativa, de orientación y dirección
	Edificaciones	Muy básicas	Mayor variedad de estilos y usos que armonizan con los estilos locales y el medio ambiente	Todo tipo de edificios relacionados con actividades rurales, estilos que armonizan con el entorno	Todo tipo de edificios que se encuentran en los entornos urbanos
	Sanitarios	Nada desarrollado	Sanitarios con agua, sistemas con foso séptico u otra forma de tratamiento, lavado y a veces, ducha	Sanitarios con agua, sistemas con foso séptico u otra forma de tratamiento, lavado y a veces, ducha	Sanitarios con agua, sistemas con foso séptico u otra forma de tratamiento, lavado y a veces, ducha además de facilidades para lavar ropa
	Alojamiento	Nada desarrollado	Lugares básicos para acampar, eco alojamiento, chozas, dormitorios básicos	Lugares desarrollados para acampar, eco alojamiento, chozas, dormitorios desarrollados, pequeños hostales y hoteles	Dormitorios desarrollados, hostales, hoteles, todo tipo de alojamiento

Conclusiones

Es importante establecer que los inventarios de atractivos y los procesos de planificación turística sean una prioridad para que una región establezca un proceso de participación comunitaria, donde los participantes realicen la puesta en común de experiencias, reflexionen sobre su patrimonio natural y cultural, sus posibles problemas y las iniciativas que propendan al conocimiento, la sostenibilidad y la transmisión de las manifestaciones a lo largo del tiempo.

Adicionalmente, queda claro que son ellos quienes finalmente validan los resultados de una investigación, constituyéndose como elementos de trascendencia para la toma de decisiones tanto para el sector público como para el privado, en los niveles nacional y regional.

Consideramos que esta actividad va a fortalecer al turismo porque la Ruta del Cacao incluye atractivos patrimoniales y naturales de alto valor, lo que le da impulso también a la actividad cacaotera de la región.

Es prioritario continuar con los procesos de desarrollo de la Ruta con el fin de que el Ministerio de Comercio Industria y Turismo realice el lanzamiento de esta, la cual va a generar importantes resultados para la economía de la región.

La Ruta del Cacao propone dos recorridos por la región que conecta dos departamentos; visitan las principales fincas y se puede apreciar el proceso del cacao desde la primera etapa, que empieza en un vivero, pasa luego a la siembra, la cosecha y el fermentado, hasta que se convierte en uno de los granos más finos del mundo. Con esta nueva Ruta se pretende que el flujo de turistas en la región se incremente.

Referencias

- Barrera, E. (2006). Turismo rural. Un agro negocio para el desarrollo de los territorios rurales. En: *Agro negocios alternativos. Enfoque, importancia y bases para la generación de actividades agropecuarias no tradicionales*. Buenos Aires: Sudamericana.
- FONTUR (2012). *Plan de Desarrollo Turístico del Tolima*. Bogotá, Colombia.
- Morales, D. (2014). *Zonificación y manejo turístico de áreas protegidas*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Ochoa, F. (2014). *La valoración del patrimonio natural y el manejo del turismo*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Wallace, G. & Bauer, J. (s. f.). ROVAP. *Rango de oportunidades para visitantes en áreas protegidas*. International Institute of Tropical Forestry.

Diseño de empaques multimediales con materiales biodegradables para proteger desde la industria gráfica el medio ambiente

Design of Multimedia Packaging with Biodegradable Materials to Protect the Environment Through the Graphic Industry

ANGÉLICA HERRERA CÉSPEDES

**Centro para la Industria de la
Comunicación Gráfica - CENIGRAF
SENA, Bogotá**

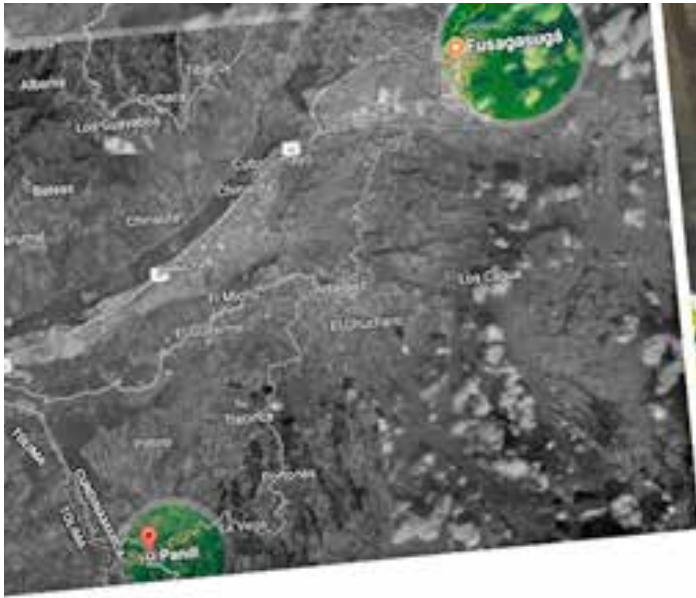
aherrera266@misena.edu.co

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Diseño de empaques multimediales con materiales biodegradables para proteger desde la industria gráfica el medio ambiente

Resumen

La presente investigación se realizó con el objetivo de diseñar y desarrollar prototipos de empaques con menor impacto ambiental integrando las tecnologías de la Información y la Comunicación para proteger desde la industria gráfica el medio ambiente; el producto de este trabajo consistió de un empaque secundario multimedial con realidad aumentada para comercializar café tostado en grano, de una marca de la región para impulsar el trabajo colaborativo y generar identidad en la comunidad de caficultores de la provincia del Sumapaz y ,finalmente, un documental que presenta algunos apartes de la cultura campesina que labora con el café en esta zona del país. El diseño del empaque abordó el análisis de aspectos como: estructura, diseño gráfico, materias primas, procesos de producción y fin de vida del producto.

La investigación se centra en un estudio mixto a través de un estudio de caso evaluando las características de los actuales empaques de café que se emplean en Colombia. El trabajo contempla cinco fases de estudio entre ellas está: 1) perspectiva teórica 2) empaques para café en el mercado nacional, 3) búsqueda de materiales con menor impacto ambiental y evaluación de desempeño de los mismos a través de pruebas físicas que se realizaron en el laboratorio de pruebas y ensayos del Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica, 4) diseño y desarrollo de nuevas propuestas de empaques a partir de la metodología de la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida – LiDS (Lifecycle Design Strategies-estrategias de diseño de ciclo de vida) y 5) incorporación de las nuevas tecnologías

Abstract

The present investigation was carried out with the objective of designing and developing prototypes of packages with less environmental impact by integrating information and communication technologies to protect the environment through the graphic industry; the product of this work was a secondary multimedia packaging with augmented reality to market roasted coffee beans, a regional brand to promote collaborative work and generate an identity in the community of coffee farmers in the province of Sumapaz and, finally, a documentary that presents some sections of the peasant culture that works with coffee in this area of the country. The package's design addressed the analysis of aspects such as: structure, graphic design, raw materials, production processes and end of life of the product.

The research focuses on a mixed study through a case study evaluating the characteristics of the current coffee packages used in Colombia. The work includes four phases of study including: 1) theoretical perspective 2) packaging for coffee in the national market, 3) search for materials with lower environmental impact and evaluate their performance through physical tests that were carried out in the testing and testing laboratory of the Center for the Graphic Communication Industry, 4) design and development of new packaging proposals based on the methodology of the life cycle design strategy wheel - LiDS (Lifecycle Design Strategies) and 5) incorporation of new information and communication technologies in packaging design and dissemination of the research project.

de la Información y la Comunicación en el diseño del empaque y divulgación del proyecto de investigación.

En los resultados se buscó obtener prototipos de empaques que generen menos impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida, y que pudieran ser producidos con las tecnologías disponibles en el Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica CENIGRAF-Sena.

Palabras clave: diseño, empaques, alimentos, café, impacto ambiental, análisis del ciclo de vida, TIC.

Introducción

El sector del empaque desempeña un rol importante en el entorno de bienes de consumo porque permite la conservación de los productos desde el momento que es empacado hasta cuando llega al consumidor, manteniendo las características de fabricación. De acuerdo con datos recientes, los alimentos representan significativamente el mayor consumo de los materiales de empaque utilizados en el mundo con el 51%, seguido por las bebidas con el 19%, el cuidado de la salud con el 5%, y cosméticos con el 4% (Pira, 2016). Se cree que los empaques representan una solución para conservar los alimentos sin que se alteren sus propiedades por un mayor periodo de tiempo, reducir la pérdida de alimentos y facilitar la comercialización, porque al estar al ambiente son afectados por diversos agentes físicos, químicos, biológicos y cambios propios que llevan a su deterioro más rápido.

De acuerdo con la documentación desde la segunda mitad del siglo XX se dio un acelerado incremento en la industria del empaque, con la aparición del modelo de tiendas de autoservicio (Stewart, 2007), hasta llegar a la significativa, compleja y heterogénea industria que hoy abastece de empaques a redes de producción, comercio y consumo global de alimentos. Gracias a este comportamiento, se ha dado un aumento del consumo de empaques desechables y productos de corta vida

The results sought to obtain packaging prototypes that generate less environmental impacts throughout their life cycle, and that could be produced with the technologies available in the Center for the Graphic Communication Industry CENIGRAF-Sena.

Keywords: Design, Food, Packages, Coffee, Environmental Impact, Life Cycle Analysis, ICT.

que están afectando el medio ambiente, por el ritmo de consumo desmedido que genera mayores cantidades de basura, ocasionando mayor gasto de energía y uso de recursos asociados a estos procesos de producción industrial, la mayoría de empaques no están diseñados para reincorporarse al final de su vida útil a nuevos ciclos de producción industrial o a los ciclos naturales de descomposición orgánica.

Este detrimento ambiental ha aumentado la necesidad de que la industria del empaque asuma mayor responsabilidad con el medio ambiente y la sociedad, llevando a cabo transformaciones importantes con las cuales mantenerse a la par de las demandas del consumidor y de los cada vez más estrictos requerimientos normativos (Denison & Yu Ren, 2002). Debido a esta creciente preocupación, se han desarrollado metodologías tales como el Análisis de Ciclo Vida (LCA, por sus siglas en inglés) que permite la búsqueda y evaluación de soluciones técnicas en el momento de diseñar un producto, que pueden ser adoptadas para reducir los impactos a lo largo de todas las fases de producción y consumo (Siracusa, 2014). Este enfoque puede ser de gran ayuda en la toma de decisiones tanto estratégicas como operacionales en la industria o negocio (Hospido et al., 2001). Por tanto, la presente investigación propone

utilizar esta metodología para evaluar la optimización en el desempeño ambiental del empaque para café tostado con relación a los impactos ambientales asociados a nuevos diseños estructurales, sin dejar de lado el diseño gráfico e integración de las tecnologías de la información y la comunicación que permitan la interacción del producto con el cliente.

Población, alimentos, empaques y residuos. Cifras en crecimiento

Según datos del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, el número de habitantes pasará de 7.2 mil millones a 9.6 mil millones para el año 2050, y de acuerdo con esto, se estima que para el 2018 crecerá el consumo de alimentos a un 45% (DANE, Euromonitor International, en Procolombia, 2015) lo que sugiere un aumento en la demanda de empaques, de igual manera, según lo señalado por la empresa de inspección y certificación internacional SGS, se estima que durante el 2017 la demanda de empaques primordiales para el mercado global de alimentos presente un comportamiento que corresponda a la tendencia de crecimiento de la última década, como se muestra en la Figura 1 (Martínez, 2016).

De acuerdo con esto, se evidencia el aumento de la demanda de los materiales de empaque, principalmente

empaques plásticos y de cartón. Se calcula que más del 54% de la producción del sector de plásticos en el mundo, se destina a la producción de envases y empaques, mientras que en el sector papel y cartón se destina un 40% de la producción para este fin (Múnera, Molina y Montoya, 2011, en Martínez, 2016). El 62% de plástico se destina a envases para alimentos, el 22% en bebidas y cosméticos, el 9% en artículos de aseo y el 7% restante en productos de otros sectores. Colombia está catalogada como el cuarto mercado principal de América Latina para la producción de envases plásticos tanto rígidos como flexibles, con ventas que superan los 291 mil billones de unidades y que seguirán creciendo gradualmente a una tasa del 2,1% CAGR (tasa de crecimiento anual compuesto) en el periodo 2016-2019 (Euromonitor International, 2016 citado por Procolombia).

Los plásticos representan diversas ventajas por su versatilidad de usos, la gran libertad de diseño formal, la alta velocidad de producción y la rentabilidad por su bajo costo, lo que los hace muy apreciados para la fabricación de empaques de usar y tirar (Viñolas, 2005). El incremento en la producción y consumo de empaques, está directamente relacionada con la generación de residuos sólidos, cuya disposición y manejo en una ciudad como Bogotá representa impactos ambientales importantes.

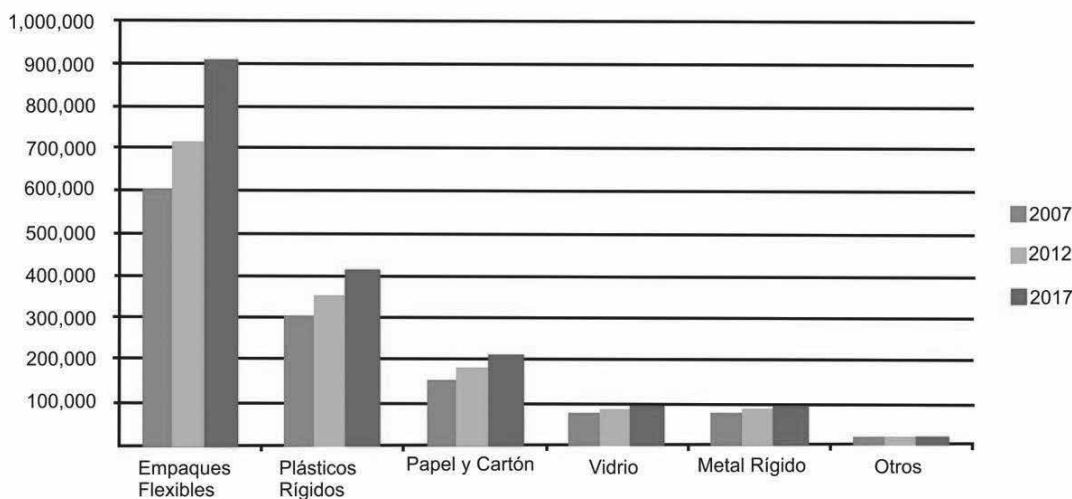


Figura 1. Empaques primordiales para el mercado global de alimentos organizado por material de empaque (millones de Unidades), 2007. **Fuente:** Milvain, 2014 en, Martínez, 2016.

El estudio de caracterización y cuantificación de los materiales potencialmente reciclables presentes en los residuos sólidos de Bogotá, presentado por la Unidad Especial de Servicios Públicos en el año 2011, halló que en el 2004 llegaban 5.200 toneladas de residuos diariamente al Relleno Sanitario de Doña Juana, de las cuales 3.588 (69%) correspondían al sector domiciliario. Los resultados generados por el estudio estimaron que para ese año llegaron 950 toneladas de material potencialmente reciclable. El 45% (428) correspondían a residuos plásticos, 23% residuos de papel y cartón, 15% textiles, vidrio el 11% y 6% metales (Téllez, 2012).

Por otro lado, según datos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016), en Colombia la tasa de reciclaje de residuos como papel, cartón, vidrio, metales y plásticos es del 17% correspondiente a 11,6 millones de toneladas de basura que se producen en el país al año. Se proyecta que para el año 2018 haya incrementado a un 20% a través de la implementación de acciones concretas para desarrollar la gestión integral de residuos a partir de los lineamientos generales que ha planteado el Gobierno Nacional y de las orientaciones brindadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE. Estos lineamientos están orientados al reciclaje de papel, a los residuos de envases y empaques, al transporte transfronterizo de residuos con fines de reciclaje e implementación efectiva de la

política para la Gestión Integral de Residuos enfocada en la prevención y la minimización de residuos.

Diseño de producto en la industria gráfica y del empaque

Las actividades de diseño y desarrollo del producto gráfico y de empaque en general están integradas por unos subsectores, claramente reconocibles y diferenciados, que participan en fases específicas de desarrollo de los productos gráficos, y que se encuentran estrechamente relacionados entre sí. Estos subsectores son: diseño, preimpresión, impresión y postimpresión (AIDO, 2005).

De acuerdo con Enroth (2001), los productos impresos son desarrollados en colaboración con los clientes (clientes directos, agencias de publicidad, publicistas), diseñadores e impresores (preprensa, imprentas, troqueladores, encuadernadores). En este contexto, el diseño y desarrollo de productos impresos se puede dividir en dos fases principales que reúnen los subsectores mencionados anteriormente (Figura 2): fase de diseño y fase de manufactura.

1. Diseño. Comprende las actividades creativas, de diseño y composición gráfica del producto. Con frecuencia en este subsector ocurre el contacto directo con el cliente que demanda el producto, y que brinda la información básica acerca de las características

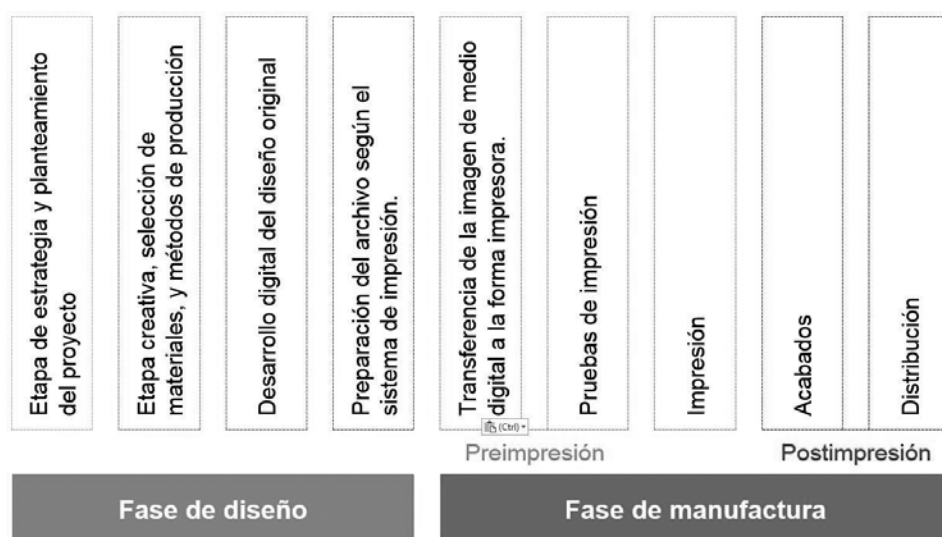


Figura 2. Fases de diseño y desarrollo de producto impreso.
Fuente. Elaboración propia adaptada Enroth 2001.

y el contenido de la pieza gráfica. En ocasiones, estas actividades son realizadas por los subsectores de preimpresión e impresión para el caso de las micro y pequeñas empresas.

2. Fase de manufactura en la que se desarrollan los procesos de preimpresión y postimpresión, la preimpresión incluye las actividades que se desarrollan después del diseño y antes del proceso de impresión. En este subsector se encuentran las empresas especializadas en el alistamiento de archivos y transferencia de los diseños del medio digital según el sistema de impresión a la forma impresora, empleando diversos métodos como estereotipia, galvanoplastia y en la actualidad por fotograbado. La impresión es un subsector que agrupa a las empresas dedicadas principalmente a los procesos de impresión offset, serigrafía, flexografía, huecograbado, digital, etc.

3. Postimpresión. Aquí se encuentran las empresas especializadas en hacer los acabados a los productos impresos, como pueden ser encuadernación, plastificado, estampado, troquelado, etc.

Los productos y servicios que se ofrecen desde la industria gráfica son demandados de manera generalizada por otras industrias de todos los sectores de la economía, entre ellas las de alimentos, textiles, farmacéutica, cosmética, servicios financieros, servicios públicos, entidades gubernamentales, etc. Sin embargo, se puede afirmar que su alcance es a todos los mercados, pues este sector es en esencia un prestador del

servicio de divulgación, transferencia, y comunicación de información y conocimientos, que las sociedades humanas requieren permanentemente (Gómez, 2016).

La industria gráfica en Colombia se encuentra concentrada en Bogotá, quien representa el 75% del total de la oferta nacional, el comportamiento nacional del número de procesos que priman en la industria está entre 2 y 3 es decir, el 52% de las empresas involucran las etapas de producción o subsectores y el 30% se especializa en un proceso, el diseño tiene una importancia significativa en los procesos de producción, las grandes y medianas empresas involucran la fase de diseño y manufactura. La producción gráfica nacional muestra que en las micro y pequeñas empresas aún prevalece los impresos, con un fuerte crecimiento en empaques y etiquetas, la producción se da por demanda, el servicio de preprensa lo tercerizan. Las medianas y grandes empresas también, presentan un fuerte crecimiento en la producción de etiquetas y empaques, junto con los impresos, predomina la producción lineal, la preprensa se realiza en la empresa, es de destacar que las grandes empresas brindan mayor estabilidad laboral porque su producción es sólida y constante en el año (Herrera, 2017).

En la Tabla 1, se presenta la categorización de los productos que hacen parte de la oferta de este sector.

En Colombia la participación de las empresas del sector en la producción de impresos asociados con el sector de empaques representa un segmento

Tabla 1. Segmentos de producción de la Industria gráfica. **Fuente:** Elaboración propia con datos del PTP, 2012.

Publicitario/Comercial	Empaques	Publicaciones periódicas	Editorial
-Catálogos			
-Publicomerciales			
-Directorios	-Empaques	-Periódicos	-Impresión de libros
-Formas y Valores	-Etiquetas	-Revistas	
-Oficina			
-Otros			

importante, teniendo en cuenta los porcentajes de empresas que participan en la producción de etiquetas (56%), empaques rígidos (28%) y empaques flexibles (11%) (Figura 3).

Gestión de los aspectos ambientales del empaque en su ciclo de vida desde el diseño de producto

Es una premisa ampliamente aceptada que las decisiones que se toman en la fase de diseño son determinantes en la afectación que tendrán los productos sobre el ambiente a lo largo de sus distintas etapas desde la obtención de la materia prima, el proceso de transformación y producción, el uso y el post consumo. Según Capuz (2004), entre el 70% y el 80% del costo ambiental del producto queda determinado por las decisiones adoptadas en el diseño.

Es por ello que se han desarrollado diversas herramientas especializadas, que permiten a los diseñadores y a las organizaciones en las que se desempeñan, prever de alguna manera los impactos ambientales de los productos que desarrollan. Dentro de los distintos métodos que actualmente existen para trabajar el diseño y desarrollo de producto desde un enfoque ambiental se destacan las enfocadas en la Evaluación de los Impactos Ambientales del Producto.

La metodología más utilizada para la evaluación de impactos ambientales centrada en productos industriales es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) (Carretero, 2007), metodología que permite estudiar a profundidad todos los posibles efectos ambientales directos e indirectos atribuidos a las etapas del ciclo de vida del producto en base a un enfoque “de la cuna a la tumba” (Westkamper et al., 2000).

El ACV es empleado por muchas personas y organizaciones en diferentes áreas geográficas en el mundo en la realización de análisis ambiental comparativo entre productos, servicios y sistemas que realizan la misma función (Saleh, 2016). Esta investigación busca plantear una propuesta de empaque para café tostado con menor impacto ambiental a partir del ACV.

El empaque y las tecnologías de la información y la comunicación, una oportunidad de marketing e innovación

Según la fundación Telefónica, 2011. La realidad aumentada es la superposición de información virtual sobre espacios físicos a través de la pantalla de dispositivos electrónicos en tiempo real, esta tecnología enriquece la percepción de la realidad física con el contenido digital, siendo un espacio de interacción mixto, volviendo visible la relación que transita entre el mundo real y el mundo digital, el acceso de información puede ser preprogramada y almacenada en un dispositivo o por Internet, con la llegada de celulares inteligentes, tablets y dispositivos móviles ha permitido el desarrollo de aplicaciones y reproducción de esta tecnología.

“La realidad aumentada es una tecnología que le permite a uno colocar un layer de información digital sobre un feedback de video, es composición en tiempo real. Una información extra, en formato digital, sobre un feed de video, que es generalmente lo que se tiene, en tiempo real” (Sanmartín, 2013).

Según Caspar Thykier, la tecnología de realidad aumentada promete un futuro interesante para las marcas, porque involucra al consumidor y lo cautiva con experiencias memorables, manifiesta que las marcas que prosperarán serán la de los pensadores innovadores ya que serán reconocidos por sus empaques.

Con el fin de generar una propuesta de valor en el empaque para café tostado, para atraer, captar, retener y comunicar la proveniencia del producto contenido y ser un factor de decisión en la compra, se incluyó un elemento de realidad aumentada que cuenta el proceso de producción del café en la región de la provincia del Sumapaz, apoyado por un documental con algunos aspectos culturales que rodean a los campesinos.

Metodología

Con el fin de responder a la pregunta de investigación: ¿qué solución alternativa de empaques para café permite reducir los impactos ambientales asociados al ciclo de vida?, y poder diseñar y desarrollar prototipos de empaques que permitan la comercialización de café tostado proveniente de la provincia de Sumapaz e integrando las tecnologías de la información, la investigación se centra en un *estudio mixto* a través de un *estudio de caso* que evalúa las características de los actuales empaques de café que se emplean en Colombia.

El trabajo contempla cinco fases de estudio entre ellas está: 1) perspectiva teórica 2) empaques para café en el mercado nacional, 3) búsqueda de materiales con menor impacto ambiental y evaluación de desempeño de los mismos a través de pruebas físicas que se realizaron en el laboratorio de pruebas y ensayos del CENIGRAF, 4) diseño y desarrollo de nuevas propuestas de empaques a partir de la metodología de la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida – LiDS (Lifecycle Design Strategies) y 5) incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el diseño del empaque y divulgación del proyecto de investigación.

La primera fase perspectiva teórica, responde a la revisión analítica de la literatura en documentos e investigaciones acerca de: manufactura y análisis sensorial del café, normatividad técnica de empaques para alimentos y café, packaging y sustentabilidad, gestión ambiental y análisis del ciclo de vida, finalmente la incorporación de tecnologías de información y comunicación en empaques con realidad aumentada.

En la segunda fase del estudio cualitativo, se generó una ficha de análisis de empaque con el fin de recolectar información de los empaques para café que se encuentran actualmente en el mercado nacional, y realizar un análisis descriptivo de sus atributos industriales, gráficos y del producto.

La tercera fase corresponde a la búsqueda de materiales con menor impacto ambiental y evaluación de desempeño de los mismos a través de pruebas físicas que se realizaron en el laboratorio de pruebas y ensayos del Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica, entre los materiales analizados estuvieron, película flexible de maracuyá, cartón prensado, cartón microcorrugado, eart pack, Stone paper y película flexible de almidón de yuca.

La cuarta fase plantea el diseño y desarrollo de nuevas propuestas de empaques a partir de la metodología de la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida – LiDS (Lifecycle Design Strategies), se aplicará un Análisis del Ciclo de Vida (ACV) comparado para evaluar el desempeño ambiental de los empaques propuestos frente al empaque que más se utiliza en la actualidad a través de una herramienta de medición, finalmente, se integró en la función de comunicación de los empaques las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con un marcador de realidad aumentada y documental.

Resultados

Perspectiva teórica

El envase y empaque tiene varios propósitos como contener, proteger de la contaminación, riesgos mecánicos y robo, facilitar el transporte, comunicar e informar y conservar, dependiendo de los factores que afectan el alimento durante su almacenamiento varía el material y estructura puede ser flexible, semi-flexible o rígido; los factores a los que está expuesto el alimento almacenado son: 1. condiciones climáticas que pueden ocasionar cambios físicos y químicos en el alimento, la luz ultravioleta, el vapor de agua, oxígeno y cambios de temperatura; 2. contaminación por microorganismos, insectos, roedores y ambiente; 3. fuerzas mecánicas como impacto, abrasión, compresión, vibración; 4. manipulación y adulteración. Debido a estos factores el

mercado demanda exigencias de funcionalidad, atractivo visual y capacidad de preservar más tiempo los alimentos, otros aspectos a tener son la conveniencia, reducción de costos, diferenciación, contribución en el cuidado del medio ambiente y la salud a la población.

La conveniencia hace relación a proveer mayor comodidad al consumidor; apariencia, es la estética del producto la que atrae la atención del consumidor, presenta información nutricional de mercadeo y regulación sobre el producto; propiedades sensoriales, el empaque debe mantener las propiedades de sabor u olor por absorción del empaque; sustentabilidad está en el reto de diseñar empaques que impliquen menor uso de materiales provenientes de fuentes no renovables o la incorporación de materiales renovables, reducción de emisiones CO₂, consumo de energía, disminución de residuos o integración a la cadena de producción nuevamente.

El mercado de los envases, empaques y embalajes está sujeto a factores económicos, tecnológicos, logísticos, demográficos, sociales y ambientales que determinan el diseño, se busca que los productos sean atractivos, innovadores y respondan a las necesidades postmodernas de la sociedad como es la tendencia cada vez más al consumo de alimentos frescos y sanos lo que lleva al desarrollo de biomateriales, mejorar las barreras al oxígeno y al vapor de agua para aumentar la vida útil de los productos, garantizar la hermeticidad, desarrollar empaques que permitan la verificación del estado del producto (inteligentes), mejorar la vida útil (activos), implementar Tecnologías de la Información y la Comunicación a través de indicadores de radiofrecuencia (RFID), códigos tag y marcadores de realidad aumentada etc.

Factores logísticos como la eficacia cúbica permite una mejor distribución de los productos a lo largo de la cadena de distribución, seguridad en el almacenaje, identificación y manejo de inventarios, finalmente, el factor ambiental abarca la legislación, desarrollo de materiales, procesos de llenado y sostenibilidad. A través de la legislación se busca extender la responsabilidad al productor en las diferentes fases del ciclo de vida del producto como la recuperación, reciclaje

y disposición final de los materiales por medio de un sistema de gestión para su disposición, el desperdicio de comida a llevado a generar nuevas soluciones de envasado y desarrollo de materiales para prolongar la vida útil de los alimentos, los planes de desarrollo sustentables ayudan a reducir futuros costos económicos, medioambientales y sociales, fortalecen la competitividad económica y reducen la pobreza.

Empaques para café en el mercado nacional. Fase cualitativa

Se realizó la búsqueda y obtención inicial de datos e información acerca de las variedades de empaques para café tostado que se encuentran disponibles en el mercado nacional. En este sentido como parte de la metodología basada en la consulta de fuentes primarias, se recurrió a los empaques exhibidos con café tostado empacado para la venta en góndola en un supermercado de gran superficie de la ciudad de Bogotá, y por medio de una visita se hizo registro fotográfico en detalle de 20 diferentes referencias de empaques de café seleccionadas al azar, con la intención de hacer un análisis posterior de su contenido en términos informativos, gráficos, e industriales.

Se hizo una extracción inicial de información de las fotografías tomadas a los empaques de café, para tener un panorama general que permitiera crear categorías con las cuales estructurar una ficha de análisis de empaque y que se pudiera aplicar a cada una de las 20 referencias tomadas. Así, se determinó el contenido de esta ficha a partir de las siguientes unidades de análisis:

Atributos industriales principales. Describe los aspectos asociados a la producción industrial del empaque relacionada con el sector gráfico, en donde se incluyen: materiales que componen el empaque y su función; tecnología de impresión; tipo de tintas de impresión; acabados; y etiquetado ambiental y de calidad relacionado con el empaque.

Atributos gráficos principales. Describe las características asociadas a la parte visual del empaque, en

donde se incluyen: paleta de color; identidad básica de marca; textos y tipografías; imágenes, diagramación y jerarquías.

Atributos de producto (café). Describe lo relacionado con el producto contenido en lo relativo a: variedad, calidad; presentación; productor; características especiales, información legal, y etiquetado ambiental y de calidad relacionado con la producción del café.

Posteriormente, como parte del proceso de aplicación de la ficha de análisis descriptivo a cada empaque de la muestra tomada, en lo referente específicamente a los *Atributos industriales principales*, se hizo una búsqueda bibliográfica que permitiera comprender mejor los atributos considerados en esta unidad de análisis.

De esta búsqueda bibliográfica se encontró que, un factor determinante en términos funcionales de un empaque para café tostado es el oxígeno. El café tostado se presenta comercialmente bajo dos formas, entero y molido. El café en estas condiciones está conformado por más de 850 compuestos volátiles en su gran mayoría, en las condiciones de temperatura ambiente; también sensibles a la luz, al oxígeno, a la humedad y en general al medio que lo rodea (Riaño & Jaramillo, 2000).

Debido a su área superficial y al alto contenido de lípidos, la acción del oxígeno provoca oxidación y posterior rancidez del producto lo cual depende principalmente de la temperatura de almacenamiento, el contenido de humedad y el grado de tostión (Ramos & Castaño, 2004). En el caso de los granos de café, se detectan efectos de oxidación al cabo de 72 horas después de tostado si el producto está expuesto al aire (Castaño, Mayorga, Rodríguez, & Lozano, 2004).

Por otro lado, se encuentra que, el café recién tostado libera una cantidad importante de gas carbónico que se encuentra atrapado en el interior de los granos, generalmente un 2% en peso. Este proceso de degasificación ocurre en altas concentraciones los primeros 30 días después de tostado y luego disminuye considerablemente, pero continúa produciéndose incluso hasta un año después de tostado (ICONTEC, 2008), razón

por la cual se recomienda empacarlo lo antes posible ya que se puede dar la pérdida de los aromas propios, característica importante que debe preservarse. Esta, junto con el aspecto físico y el conjunto de las propiedades químicas y sensoriales, contribuye a identificar un buen café y a hacer que el consumidor prefiera una u otra marca (Riaño & Jaramillo, 2000).

Coincidiendo con la muestra de empaques tomada, investigaciones previas han identificado que se utilizan diferentes tipos de empaques para café tostado que pueden ser de papel, metal, plástico, vidrio y materiales compuestos encontrando que son las estructuras flexibles de plástico las más comunes (Castaño et al., 2004).

Aunque generalmente ningún material plástico cumple con la función de barrera y protección que requiere el café tostado, estos se combinan con otros plásticos o con aluminio para formar materiales más complejos o laminados que reúnan las propiedades más importantes de sus componentes. Así se ha identificado que los materiales más utilizados para empaque de café tostado en Colombia son el poliéster en diferentes combinaciones: metalizado, saranizado, papel triplex y el polipropileno bi-orientado (BOPP) combinado con polietileno (Gutiérrez, 2011).

Respecto al control de la atmósfera interna del empaque con relación a los niveles de gas carbónico, oxígeno y humedad, se encontró que, de los distintos métodos existentes, como el empaque al vacío y los secuestrantes o absorbentes de oxígeno, el uso de válvulas desgasificadoras es el más utilizado en Colombia.

Estas válvulas son accionadas por la diferencia de presión que se crea al desgasificarse el café, en el momento en el cual la presión interna es superior a la atmosférica, se abre la válvula y se vuelve a cerrar cuando la presión interna es superior a la atmosférica con la eliminación de CO₂ se escapan también aromas en una relación directa, mientras más tiempo de almacenamiento más pérdida de aroma, aunque la pérdida de calidad no se da principalmente por la pérdida de volátiles sino por la acción del O₂ (Riaño & Jaramillo, 2000).

Búsqueda de materiales con menor impacto ambiental y evaluación de desempeño de los mismos a través de pruebas físicas que se realizaron en el laboratorio de pruebas y ensayos del Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica

En esta fase, se realizó la búsqueda de materiales con menor impacto ambiental provenientes de procesos de investigación en Colombia se esperaba que estos ya estuvieran patentados, pero aún se encuentran en fase de desarrollo y validación sin embargo, se evaluó su desempeño para la industria gráfica y el empaque, entre estos materiales está película flexible de maracuyá y película flexible de yuca; por otro lado, también se analizó materiales comerciales como: cartón prensado, cartón microcorrugado, Earth pack y Stone paper.

El Centro de Industria y Servicio del Meta ha estado trabajando en la propuesta del desarrollo de polímeros biodegradables a partir de desechos agroindustriales ricos en polisacáridos como la pectina que se encuentran en la mayor parte de los tejidos vegetales, como es el aprovechamiento de residuos de cáscara de frutas (maracuyá) ricos en pectina para la formulación de un agro-polímero con la visión de ir desplazando el uso de plástico tradicional.

Este biopolímero aún se encuentra en etapa de desarrollo, los investigadores están analizando características como: propiedades mecánicas, calidad óptica, requisitos de barrera, siendo afectadas por parámetros del material utilizado como matriz estructural, condiciones de fabricación de película y la concentración de aditivos.

En este momento los investigadores se encuentran trabajando en formulaciones de aditivos, los aditivos plastificantes son utilizados para mejorar la flexibilidad, resistencia y permeabilidad a gases; sin embargo, esta investigación entró a realizar varias pruebas en el laboratorio de pruebas y ensayos del Cenigraf, para evaluar el estado de desempeño del material en la industria gráfica y empaque.

Por otro lado, la investigación trabajó validando el desempeño de una película flexible proveniente del almidón de yuca, producto de investigación del grupo "Ciencia y Tecnología de Biomoléculas de interés

Agroindustrial-CYTBLA" adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca; producto de la investigación liderada por el PhD. Héctor Villada, que estudió el uso de biopolímeros naturales en empaques biodegradables semirígidos y películas flexibles. Los empaques biodegradables se obtienen de recursos renovables y tienen menor impacto al medio ambiente, lo cual es una ventaja significativa frente a los polímeros sintéticos usados para empacar alimentos.

El bioplástico obtenido con base en almidón de yuca posee características similares a los elaborados partir del petróleo, la mayor diferencia está en que los productos obtenidos de esta materia prima, podrán ser reutilizados durante un año y al desecharlos son biodegradables.

La extracción de yuca se hace mediante procesos tradicionales que luego de sedimentarse, pasa a fermentación, se seca al sol y se mezcla con agua y plastificantes de origen natural; luego se lleva a una máquina extrusora y se corta en pellets (partículas pequeñas granuladas), que se convierte en materia prima para elaborar diversos productos, para el caso de la película flexible, los gránulos pasarán por otra máquina extrusora que al final en la boquilla da la forma de película.

Hay que mencionar, además los materiales comerciales como cartón prensado, cartón microcorrugado, Earth pack y Stone paper que también fueron objeto de estudio en la investigación. El cartón prensado es un material formado por varias capas de papel superpuestas, se presenta preparado en láminas secas de color gris a base de fibra virgen o de papel reciclado. Algunos tipos de cartón son usados para fabricar embalajes y envases, básicamente cajas de diversos tipos. El cartón microcorrugado es uno de los materiales más empleados para envase y embalaje, debido a su gran resistencia durante el transporte y almacenamiento, es reciclable. El Earth pack es un papel proveniente del bagazo de la caña de azúcar, libre de blanqueadores, químicos

y no esmaltado. El papel Stone paper es un papel de origen mineral fabricado a base de carbonato de calcio que emplea aglomerante, una resina de polietileno de alta densidad, se caracteriza por su durabilidad, versatilidad y resistencia al agua, aceite, grasas y al rasgado, su proceso de producción se caracteriza por ser limpio, reciclable, fotodegradable, no utiliza agua y celulosa.

Para evaluar el desempeño en la industria gráfica y el empaque, los materiales objeto de estudio se sometieron a diversos ensayos en el laboratorio de pruebas y ensayos de tintas y papel del Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica-Sena. La Tabla 2. relaciona las pruebas que se realizaron a los materiales, en la Tabla 3 se enuncian los métodos de ensayo empleados.

Tabla 2. Relación pruebas de laboratorio realizadas a materiales. **Fuente:** Elaboración propia.

PRUEBAS DE LABORATORIO							
ESPESOR	TIPO DE MATERIAL	GRAMAJE	BRILLO ESPECULAR	RESISTENCIA AL PLEGADO	ÍNDICE DE COBB	HUMEDAD	POROSIDAD
1	Material flexible proveniente de la yuca						
2	Material flexible proveniente del maracuyá						
3	Cartón prensado						
4	Cartón microcorrugado cara blanca						
5	Earth pack						
6	Stone paper						
7	Material flexible de maracuyá con semilla						

Tabla 3. Métodos de ensayo empleados para evaluar los materiales. **Fuente:** Elaboración propia.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	MÉTODO DE ENSAYO
Material flexible proveniente de la yuca	• NTC 352: Determinación de gramaje en papel y cartón. • NTC 322: determinación del espesor (calibre) del papel, cartón y cartón combinado. • NTC 2671: determinación de opacidad-método de reflectancia difusa. Fondo de papel - Método IGT: tiempo de secado de la tinta. • ASTM D5264: resistencia a la abrasión en materiales impresos. • NTC 5410: rugosidad de papel y cartón (método de "print surf" superficie para impresión). • NTC 4849: medición del pH de la superficie del papel. • NTC-ISO 13655: medición espectral y cálculo colorimétrico para imágenes en tecnología gráfica. • NTC 2671: determinación de opacidad-método de reflectancia difusa. Fondo de papel. • NTC 5618: determinación de brillo especular de papel y cartón a 75°. • NTC 358: resistencia del papel al plegado continuo. • NTC 810: propiedades de tensión del papel y el cartón. (Uso del dispositivo de velocidad de elongación constante. • NTC 596: determinación índice de COBB. • NTC 334: determinación humedad de papel y cartón. • NTC 831: resistencia del papel al paso del aire (met. Gurley).
Material flexible proveniente del maracuyá	
Cartón prensado	
Cartón microcorrugado cara blanca	
Earth pack	
Stone paper	
Material flexible de maracuyá con semilla	

Tabla 4. Prueba espesor del material. **Fuente:** Elaboración propia.

MATERIAL A EVALUAR	Promedio del espesor (mm)	Mínimo	Máximo	Desviación estándar de la muestra
Material flexible proveniente de la yuca	0,220	0,104	0,333	0,037
Material flexible proveniente del maracuyá	1,093	0,626	2,053	0,333
Cartón prensado	1,105	1,091	1,125	0,010
Cartón microcorrugado	1,660	1,641	1,674	0,009
Earth pack	0,327	0,287	0,355	0,031
Stone paper	0,250	0,244	0,255	0,003
Material flexible de maracuyá con semilla	1,285	1,034	1,652	0,141

Tabla 5. Prueba gramaje del material **Fuente:** Elaboración propia.

MATERIAL A EVALUAR	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)
Material flexible proveniente de la yuca	6,605	132,100
Material flexible proveniente del maracuyá	53,349	1066,980
Cartón prensado	33,244	664,880
Cartón microcorrugado	20,168	403,360
Earth pack	10,825	216,500
Stone paper	19,507	390,140
Material flexible de maracuyá con semilla	37,979	759,580

Tabla 6. Prueba brillo especular del material. **Fuente:** Elaboración propia.

Material flexible proveniente de la yuca							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra.
36,7	49,1	14,9	10,4	36,53	42,8	20,9	6,9
LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
27,3	45,2	13,0	8,5	29,5	45,2	38,0	6,3

Material flexible proveniente del maracuyá							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
34,0	40,2	30,2	3,0	30,5	34,5	26,4	2,7
LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
6,4	7,5	5,4	0,6	6,3	7,4	5,6	0,6

Cartón prensado							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
4,5	4,9	4,1	0,3	4,6	4,8	4,4	0,1
LADO 2							
Dirección maquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra maquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
3,9	4,1	3,6	0,2	3,9	4,2	3,6	0,2

Cartón microcorrugado							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
7,8	8,1	7,3	0,3	9,1	9,7	8,5	0,5

LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
4,5	4,9	4,2	0,3	5,1	5,5	4,5	0,3

Earth pack							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
7,2	7,6	6,8	0,3	6,8	7,3	5,6	0,5
LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
6,5	7,2	6,0	0,4	6,2	7,1	5,7	0,5

Stone paper							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
23,3	24,8	21,1	1,2	23,2	25,1	21,0	1,3
LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
16,2	17,5	15,2	0,8	15,8	16,9	14,5	0,7

Material flexible de maracuyá con semilla							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
45,7	50,8	38,4	4,8	44,8	52,3	36,2	4,2
LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
6,8	7,8	5,4	0,8	6,6	7,6	5,4	0,6

Tabla 7. Prueba humedad. **Fuente:** Elaboración propia.

	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
Material flexible proveniente de la yuca	22,4	52,3	1	8,48
	23,1	50	2	7,80
	21,7	48,2	3	8,92
Material flexible proveniente del maracuyá	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	22	52,3	1	11,58
	21,6	46,8	2	21,91
Cartón prensado	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	22,8	54,1	1	6,48
	23,1	45,1	2	7,02
Cartón microcorrugado	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	22,8	54,1	1	6,80

Earth pack	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	23,1	45,1		
Stone paper	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	22,6	43,2		
Material flexible de maracuyá con semilla	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	23,4	43,6		

Fase de diseño y desarrollo de nuevas propuestas de empaque

En esta etapa se plantearon 10 propuestas de empaques para café tostado bajo el principio de un mejor desempeño ambiental respecto a los empaques más utilizados actualmente que después de ser evaluadas se simplifica a una. Para ello, se trabajó con la metodología de *la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida* – LiDS (Lifecycle Design Strategies), e involucrar en la función de comunicación de los mismos, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

La rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida (LiDS, del inglés Lifecycle Design Strategies), es una de las herramientas más difundidas, estructuradas, y utilizadas en el campo del diseño de producto con énfasis en la dimensión ambiental (Gómez, 2016). Fue desarrollada en el marco del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), bajo la dirección de Carolien Van Hemel y Hans Brezet, y en esta se proponen una serie de estrategias y principios de diseño, en el que “el objetivo es proporcionar una visión general exhaustiva de alternativas para mejorar el perfil ambiental de un producto a lo largo de las diferentes etapas de su ciclo de vida...” (Van Hemel, 1998, en Bhamra, 2004).

Es una herramienta fundamentalmente comparativa que permite evaluar en qué medida determinado

diseño responde mejor que otro frente a las ocho estrategias descritas en la misma y cuyo resultado se sintetiza y presenta en un gráfico tipo radar de ocho ejes, en el que se superponen las alternativas de diseño comparadas.

En la Figura 4 se presentan de manera esquemática cada una de las estrategias propuesta de la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida (LiDS), junto con sus posibles opciones de aplicación, de acuerdo a la adaptación hecha por Capuz, 2004 de Brezet, & v. Hemel, 1997.

Para el diseño se abordó la parte estructural y gráfica, en la etapa de análisis de los materiales y de acuerdo a los resultados de las pruebas de laboratorio y cumpliendo con criterios de desempeño ambiental para el empaque, como biodegradabilidad, compostaje, proveniencia de recursos renovables, proceso de obtención que implique bajo consumo energético, estén compuestos en parte por materiales reciclados, o que sean reciclables y teniendo presente los sistemas de impresión y acabados con que cuenta CENIGRAF, ya que esto ha sido definido como determinante en la etapa de aplicación de los procesos de producción, se concluyó el material que cumplía con la mayoría de criterios según la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida fue el material Earth pack. En la Figura 5, se presentan algunas propuestas de empaques desarrollados en el proyecto.

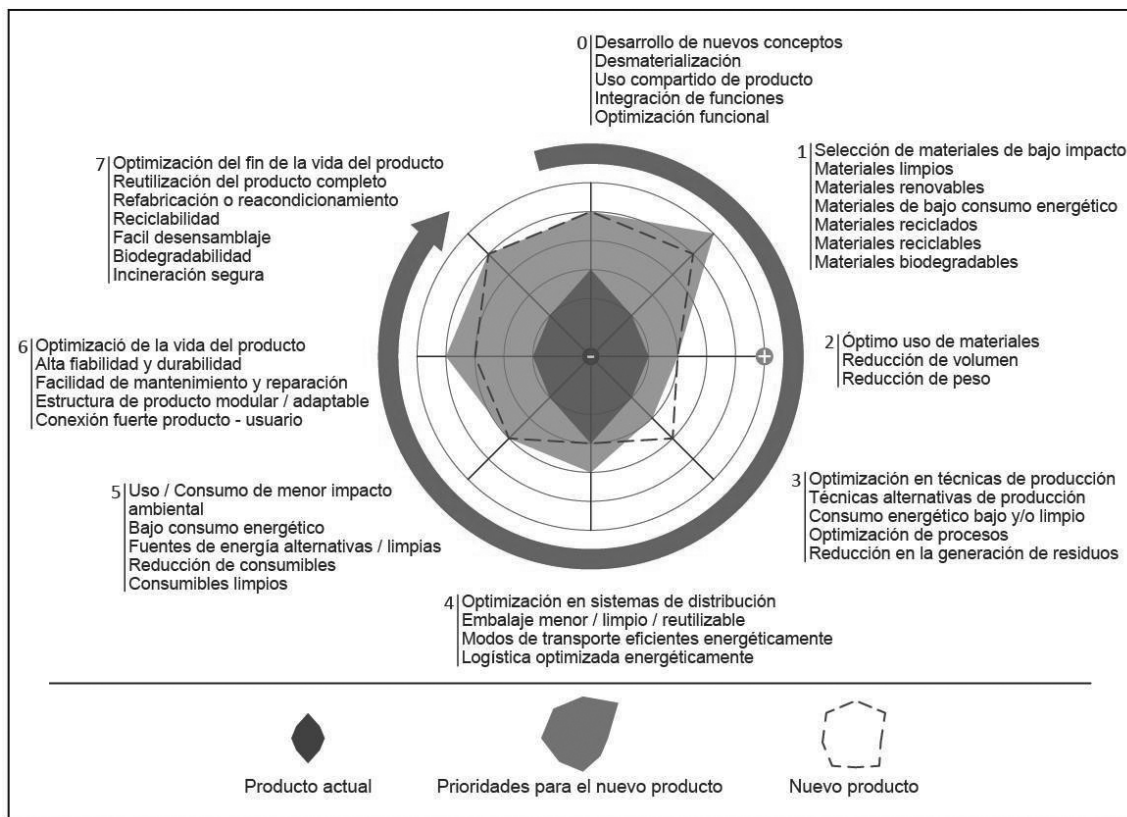


Figura 4. La rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida (LiDS, del inglés Lifecycle Design Strategies).

Fuente: Elaboración propia adaptada de Brezet, & v. Hemel, 1997, en Capuz, 2004.

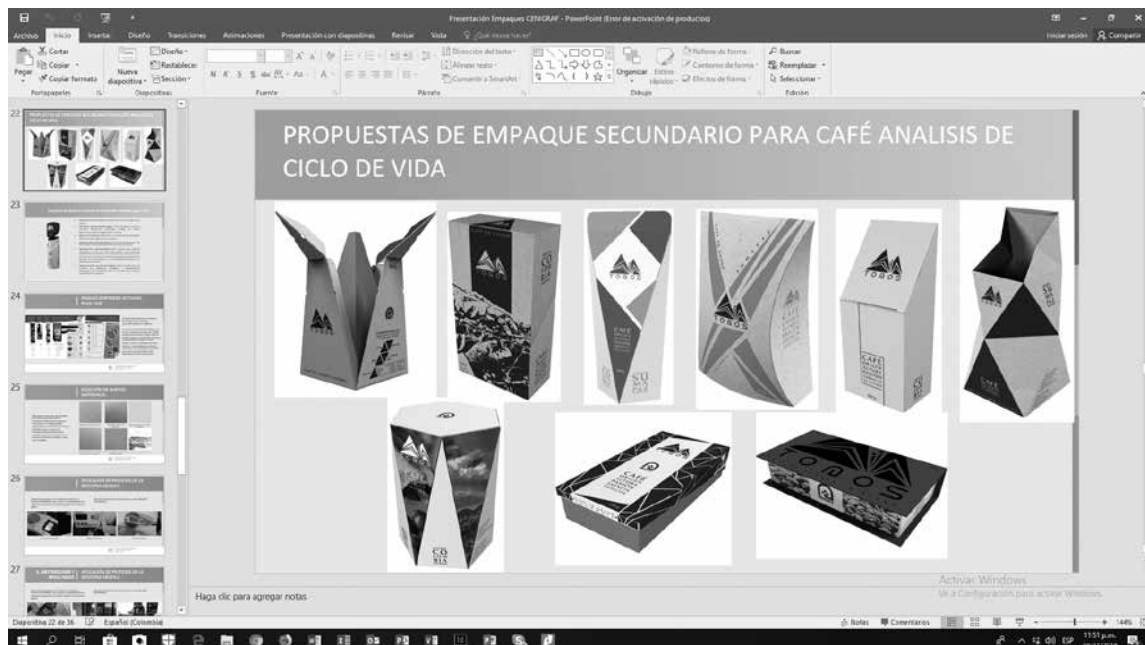


Figura 5. Propuestas de empaques secundario para café según análisis del ciclo de vida con la marca región propuesta por el grupo de investigación. **Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto a las consideraciones relativas al fin de vida del producto, la principal estrategia definida ha sido fortalecer la comunicación con el consumidor a través de la incorporación de Tecnologías de la Información y Comunicación en el empaque con una aplicación móvil de realidad aumentada que comunica el proceso de producción del café, beneficios nutricionales y ambientales, cómo hacer una adecuada disposición del material del empaque una vez finalizado su uso. Dentro de esta estrategia también, se desarrolló un material audiovisual (documental "Protegiendo vida, cultura y aroma") que visualiza el entorno sociocultural de los pequeños caficultores de la provincia de Sumapaz a quienes se les diseñó el empaque.

Conclusiones

Los desarrollos tecnológicos en torno a materiales que cumplan con las condiciones de barrera que requiere el café tostado, han estado enfocados principalmente en la utilización de plásticos sintéticos y sus combinaciones a través del laminado, no se ha podido evidenciar hasta este momento en la investigación la existencia de materiales biodegradables o compostables que cumplan con las barreras de permeabilidad, absorción y migración para evitar alteraciones en los productos en la etapa comercial.

Esto supone hacer énfasis en consideraciones alternativas a la biodegradabilidad, que permitan cumplir con el objetivo y alcances del proyecto en cuanto lograr desarrollar prototipos de empaques de menor impacto ambiental que los actuales, al llegar a este punto se consideran estrategias de diseño la selección de materiales que cuenten con un alto potencial de ser reutilizados en Colombia para la aplicación de estos en el empaque, la facilidad para su separación y gestión de residuos en la industria.

La realidad aumentada muestra el potencial para posicionar el producto y poder del empaque, ya que presenta una nueva dimensión de la información y

producto, afecta el factor de decisión de compra, genera una nueva experiencia al cliente, aumenta la frecuencia del consumo por el poder de sensibilización del proceso de obtención de café y la relación con los caficultores (vuelve al producto más activo) y de mayor recordación.

El diseño de empaque multimedial genera mayor oportunidad de negocio, amplía información del producto, promociona el ecoturismo en la región (provincia del Sumapaz), la propuesta puede articular redes sociales, procesos estadísticos (medibles e impulsados por datos).

Es un empaque potencial para el Internet de las cosas su contenido puede ser dinámico.

Un trabajo de investigación y desarrollo requiere la conformación de un grupo interdisciplinar.

El empaque no solo necesita atraer consumidores, sino también comprometerlos y capacitarlos para convertir al cliente en embajador de la marca región, llevando su mensaje por mucho tiempo después de la compra.

Para aprovechar las oportunidades presentadas por las tendencias emergentes la marca debe ser más reflexiva e involucrarse con lo que está sucediendo en la sociedad, literalmente comprometida a través del diseño de empaques.

Referencias

- AIDO. Asociación Industrial de Óptica, Color e Imagen (2005). *El ecodiseño como factor medioambiental en el diseño y desarrollo de productos. Sector Artes Gráficas*. Recuperado de <http://www.cigcv.com/gestiondeldisenoinformaciontecnica/medioambiente?ps=0>
- Aranda, A., Zabalza, I., Martínez, A., Valero, A. & Scarpellini, S. (2006). *El análisis del ciclo de vida, como herramienta de gestión empresarial*. FC Editorial.

- Capuz, S. (2004). *Ecodiseño: ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*. Alfaomega.
- Castañó, J., Mayorga, I., Rodríguez, D., & Lozano, A. (2004). Análisis comparativo de tres estructuras de empaque para café tostado. *Cenicafé*, 55(4):277-301.
- Chávez López, C. (2012). *Diseño gráfico sustentable. Estrategias para el uso de materiales y procesos en el diseño*. (Tesis de maestría). Recuperado de http://issuu.com/chrysa.dg/docs/disenograficaosustentable_christianchavezlopez
- Carretero, A. (2007). *Aspectos ambientales. Identificación y evaluación*. España: AENOR.
- Denison, E., & Yu Ren, G. *Packaging 3: Envases ecológicos*. (2002). México: McGraw-Hill.
- Enroth, María. (2001). *Tools for Eco-efficiency in the Printing Industry*. (Tesis de Licenciatura). Recuperado de <https://www.nada.kth.se/utbildning/forsk.utb/avhandlingar/lic/011213.pdf>
- Gómez, J. (2016). *Diseño de una herramienta de gestión ambiental para las micro y pequeñas empresas de la industria gráfica en Bogotá*. (Tesis de maestría).
- Gutiérrez, J. (2011). *Influencia de la intensidad de plasma y la velocidad de alimentación de aluminio sobre la difusión del oxígeno y el agua en películas de polipropileno biorientado recubiertas con aluminio*. (Tesis de maestría).
- Hospido, A., Novo, E., Feijoo, M. (2001). Life Cycle Analysis as a Tool for Assessing New Waste Water Treatment Systems. A Case Study of Textile Industry Effluent. *Tecnología del Agua*. 21, 60-66.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (1998). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-3. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de envases de vidrio*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (1999). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-5. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía del aprovechamiento de residuos metálicos*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (1999). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-6. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía del aprovechamiento de residuos de papel y cartón compuestos con otros materiales*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2000). *Norma Técnica Colombiana NTC 2558. Café tostado y molido. Determinación del contenido de humedad. Método por determinación de la pérdida en masa a 103 °C (Método de rutina)*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2002). *Guía Técnica Colombiana GTC-ISO TR 14049. Gestión ambiental. Evaluación del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de la norma ISO 14041 para la definición del objeto y el alcance y para el análisis del inventario*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2003). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-4. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el reciclaje de papel y cartón*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2004). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-2. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2006). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-7. Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2007). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14040. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia*. ICONTEC.
- PROCOLOMBIA (2014). Bogotá y Cundinamarca le apuestan a la exportación. *La revista de las oportunidades*. Recuperado de <http://www.procolombia.co/publicaciones>
- McDonough, W. & Braungart, M. (2005). *Cradle to Cradle. De la cuna a la cuna: rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. España: McGraw-Hill.

Martínez, M. (2016). *La problemática de la cultura del empaque: del diseño centrado en el consumo, al diseño centrado en la función ambiental*. (Tesis de maestría).

Milvain, N. (2014). *Global Product Manager-Packaging, UK*. Recuperado de <http://www.sgs.co/es-ES/Local/LATAM/News-and-Press-Releases/2014/09/Innovacion-y-Sostenibilidad-para-Empaques-de-Alimentos.aspx>

PROCOLOMBIA. (2016). *Ley de Modernización de la inocuidad alimentaria en los Estados Unidos (Food Safety Modernization Act – FSMA)*.

Desarrollo de una aplicación móvil para realizar el seguimiento a obras de construcción

*Development of a Mobile Application
to Track Construction Sites*

SANDRA MILENA CASTAÑO SÁNCHEZ

Semillero de Investigación
en Topografía SITOPO
Centro Agroecológico y
Empresarial, SENA
smcastano85@misena.edu.co

MATEO SANDOVAL LUNA

Semillero de Investigación
en Topografía SITOPO
Centro Agroecológico y
Empresarial, SENA
msandoval76@misena.edu.co

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Desarrollo de una aplicación móvil para realizar el seguimiento a obras de construcción

Resumen

El semillero de investigación SITOPO viene trabajando la línea de ciudades inteligentes, siendo aquellas ciudades que usan las TICs para su desarrollo. Por otro lado, en las ciudades colombianas el control urbano es un proceso que permite determinar la calidad y cumplimiento de las normas urbanísticas en una construcción, funcionando actualmente de forma correctiva.

Articulando los dos temas se plantea la hipótesis: “El control urbano de las ciudades puede ser ágil y efectivo en la práctica”, por lo que se desarrolló una aplicación móvil y una interfaz web que permite al inspector de obra obtener información sobre la calidad de las edificaciones en tiempo real y georeferenciada y al ciudadano interponer las denuncias sobre construcciones sin el lleno de requisitos normativos. La metodología utilizada es la de desarrollo de software: Fase 1 Análisis, Fase 2 Diseño, Fase 3 Desarrollo, Fase 4 Pruebas, Fase 5 Entrega, Fase 6 Publicación.

Palabras clave: aplicación móvil, georreferenciación, control urbano, ciudades inteligentes, Secretaría de Planeación.

Abstract

The research seedbed SITOPO has been working on the line of smart cities, being those cities that use ICTs for their development. On the other hand, in Colombian cities, urban control is a process that allows determining the quality and compliance with urban regulations in a construction, currently functioning in a corrective form.

Articulating the two themes, the hypothesis is put forward: “The urban control of cities can be agile and effective in practice”, so a mobile application and a web interface were developed in order to allow both the site inspector to obtain information on the quality of the buildings in real time and georeferenced – and the citizen to file complaints about buildings without full regulatory requirements. The methodology used is that of software development: Phase 1 Analysis, Phase 2 Design, Phase 3 Development, Phase 4 Tests, Phase 5 Delivery, Phase 6 Publication.

Keywords: Mobile Application, Georeferencing, Urban Control, Smart Cities, Secretary of Planning.

Introducción

En las grandes ciudades de Colombia, el aumento de la población pasó de un 30% en 1938 a un promedio del 74% en el 2017 (Dinero, 2017). Este excesivo crecimiento de población urbana trajo una solicitud excesiva de suelo, vivienda e infraestructura lo que ha venido causando un crecimiento urbano desmesurado, aumentando el número de edificaciones y disminuyendo la capacidad técnica y operativa por parte de las administraciones municipales para realizar el seguimiento a la actividad de la construcción en las grandes ciudades. Este fenómeno crea un desarrollo urbano sin planificación ni control que, a su vez, exhibe un crecimiento importante en el número de construcciones que no cumplen con las normas, ni los requisitos mínimos de resistencia estructural trayendo consigo, en algunos casos, el colapso estructural de dichas edificaciones, tal sea el caso del edificio Blas de Lezo II, que se desplomó en Cartagena el 27 de abril del 2017 dejando como saldo 21 obreros muertos y 22 heridos (Wilson, 2018).

Esta problemática ha impuesto al gobierno nacional la necesidad de reglamentar lo referente al sector de la construcción, afrontando el problema que se presenta con la expedición de diferentes Decretos y Leyes, en los que se define y reglamenta esta actividad y más concretamente la expedición de licencias de construcción. Es así como el Decreto Nacional 1203 de 2017 instituye en el artículo 4º que una licencia de construcción es: "La autorización previa para desarrollar edificaciones, áreas de circulación y zonas comunales en uno o varios predios, de conformidad con lo previsto en el Plan de Ordenamiento Territorial, los instrumentos que lo desarrollen y complementen, los Planes Especiales de Manejo y Protección de Bienes de Interés Cultural, y demás normatividad que regule la materia. En las licencias de construcción se concretarán de manera específica los usos, edificabilidad, volumetría, accesibilidad y demás aspectos técnicos aprobados para la respectiva edificación." (Presidencia de la República de Colombia, 2017).

Así mismo en el artículo 14 del citado Decreto se señala que se debe efectuar el seguimiento y vigilancia a las obras de construcción.

En las secretarías de Planeación de algunos municipios del territorio nacional como es el municipio de Pasca, el proceso de control urbano satisface más el dar respuesta a las quejas de la ciudadanía sobre las edificaciones en construcción, dejando de lado el control preventivo que verifique el cumplimiento de los estándares de calidad sobre las construcciones que se erigen en el municipio. Además, este proceso de control se realiza a través de visitas de inspección en las cuales se diligencian dos formatos, que no contienen los requisitos necesarios y suficientes para hacer el seguimiento a cada tipo de proceso constructivo (construcción nueva, ampliación, reforzamiento estructural, etc.), esto ocasiona una omisión de información vital.

Posteriormente en oficina se realiza el informe técnico respectivo que por último es entregado al ente encargado de realizar los respectivos correctivos o sanciones. Al realizar este proceso en diferentes etapas se presenta una alta probabilidad de excluir información trascendental en la toma de decisiones, y para suplir las falencias presentadas en estos trámites se debe posteriormente llevar a cabo una segunda visita en la cual se toman los detalles pasados por alto, retrasando el proceso de control entre tres (3) y cinco (5) días (eso sin tener en cuenta que los funcionarios de Planeación asumen otras responsabilidades que no pueden dar espera) y por último en el peor de los escenarios al ocurrir un cambio en la administración se pierden dichos informes en algunos casos.

Dada la problemática enunciada en la investigación en curso y la necesidad de una adecuada gestión en el control de las edificaciones, se evidencia que se debe aprovechar los medios tecnológicos existentes, como son las aplicaciones móviles, tal y como lo enuncia el Boletín trimestral de las TIC estableciendo que, al término del primer trimestre de 2018, el número de abonados en

el servicio de telefonía móvil en Colombia alcanzó un total de 62.822.720 (Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2018), lo que quiere decir que existe una relación de 1.27 líneas por habitante y más del 50% de la población utiliza *smartphone*.

El desarrollo del proyecto permite lograr el objetivo llevar a cabo el control urbano en una sola fase, obteniendo información exacta sobre el estado actual, legitimidad y elementos de sostenibilidad de las edificaciones en una sola visita, en forma rápida y apropiadamente georreferenciada, proporcionando información en tiempo real. Facilitando la información recopilada a los entes oportunos a quienes corresponde efectuar las sanciones concernientes a cada situación, en este caso la Inspección de Policía, tal y como lo enuncia el artículo 14 del Decreto Nacional 1203 de 2017, y de conformidad con lo dispuesto en la Ley 1801 de 2016 (Congreso de la República de Colombia, 2016).

Para el logro del objetivo se realizó una prueba piloto seleccionando el municipio de Pasca, ya que posee una zona urbana pequeña con "0,27 km² de área, que es de fácil acceso, con dinámica constructiva baja" (Alcaldía Municipal de Pasca, 2017) y con disponibilidad total de colaboración por parte de la administración y Secretaría de Planeación.

Por otro lado, al investigar sobre antecedentes de aplicaciones móviles desarrolladas para el control de obra, se encontró un proyecto de grado realizado en el 2015 por Bernardo Chacón Duran denominado "Desarrollo de una aplicación móvil para listas de verificación de obra en viviendas de interés social", cuyo objetivo fue desarrollar una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android que permita la instrumentación de listas de verificación de obra en viviendas de interés social tipo prefabricada y mampostería que agilice y estructure el proceso de aseguramiento y control de la calidad. (Chacón, 2015).

En el 2017 en la ciudad de Quito, los autores Recalde Salas y Alfonso Xavier, desarrollaron un proyecto

denominado: "Diseño y desarrollo de la aplicación "RH CIVIL" como herramienta para la valoración y control de avance de obras de bienes inmuebles urbanos mediante una base de datos, con requerimientos tipo de la Superintendencia de Bancos", el cual consistió en el diseño una aplicación para dispositivos móviles Android para aplicarse en el Distrito Metropolitano de Quito. (Recalde, 2017).

Materiales y métodos

El tipo de investigación que se aborda en el proyecto es la investigación exploratoria (Hernández, s.f.), pues a pesar de que existe antecedentes sobre el desarrollo de aplicaciones móviles aplicados a obras de construcción en otros países, no son del todo aplicables al contexto en el que se desarrolla este estudio, pues las normas urbanísticas y alcance de los proyectos son diferentes.

Es así como el desarrollo del proyecto siguió los parámetros para el desarrollo de *software*, soportándose en el uso de celulares personales como medios para verificar y hacer pruebas de la aplicación. Las fases que se desarrollaron y que llevaron al logro del objetivo fueron:

- **Análisis:** analizar las peticiones o requerimientos de los usuarios o entidad.
- **Diseño:** plasmar la solución mediante diagramas o esquemas, considerando la mejor alternativa al integrar aspectos técnicos, funcionales, sociales y económicos.
- **Desarrollo:** programar el producto, tanto la aplicación móvil como la aplicación web.
- **Pruebas:** verificar el funcionamiento de la aplicación en diferentes escenarios y condiciones.
- **Entrega:** aplicación, documentación y el manual del sistema.

Primera fase: Análisis

En el mes de abril de 2018 se desarrollaron diversas reuniones con los funcionarios de la Secretaría de Planeación del Municipio de Pasca (Cundinamarca), en estas se realizaron una lista de requerimientos precisos para resolver la problemática presentada al momento de desarrollar el proceso de control urbano en este municipio, para esto fue necesario hacer un reconocimiento de los diferentes ítems presentados en el formato físico utilizado por los inspectores para hacer las visitas de control. Además, con la finalidad de elegir la mejor

opción de *software* que se utilizaría en el proyecto, se analizaron los sistemas operativos más relevantes del mercado colombiano de dispositivos móviles, (Tabla 1), el resultado de este análisis arrojó que la mejor opción de sistema operativo para desarrollar la aplicación del proyecto es el Sistema Android, debido a su predominio sobre los demás sistemas operativos en los usuarios del país teniendo un 86,6% de popularidad, facilitando la distribución de la aplicación a través de Play Store y así, proporcionando una mayor accesibilidad para el público en general (Figura 1).

Tabla 1. Sistemas operativos de mayor relevancia en Colombia. **Fuente:** comScore, 2015.

Sistema operativo	Casa desarrolladora	Lenguaje para programar Apps	Popularidad en Colombia*
Android	Google	Java - Kotlin	86,6%
iOS	Apple	Objective - C - Swift	7,9%
Windows Phone	Microsoft	C#	3,5%

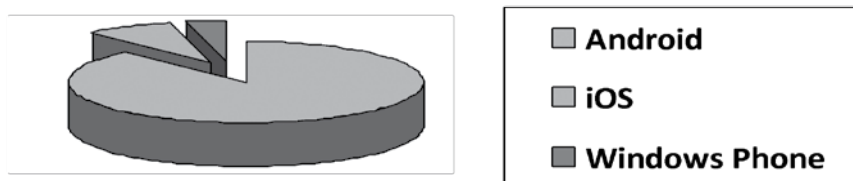


Figura 1. Sistemas operativos para desarrollo de Apps
Fuente: comScore, 2015.

Segunda fase: Diseño

Las ideas propuestas para dar solución a la problemática se representan mediante esquemas o bosquejos, reflexionando detenidamente sobre cuál puede ser la mejor opción que integre en sus variables aspectos técnicos, funcionales, sociales y económicos. En seguida se procedió a instaurar un procedimiento ágil y eficaz, que neutralizará los obstáculos y dificultades presentadas al instante de efectuar las visitas de control y, sobre todo, en los posteriores trámites generados en el manejo de los diferentes reportes originados de estas visitas de inspección. Para visualizar de forma

detallada este proceso, se esbozó un diagrama de flujo (Figura 2), que posteriormente serviría de base para la estructuración de la aplicación móvil e interfaz web. En este diagrama se pudo observar que el proceso de control urbano comienza con el recibimiento de una denuncia telefónica, verbal o escrita, por parte de la ciudadanía, acerca de un escenario anómalo percibido en una obra de construcción, luego de recibir esta denuncia se procede a habilitar un inspector el cual será responsable de la visita y se agenda su realización; seguidamente se realiza la visita programada

diligenciando el formulario de control urbano usado por esta Secretaría de Planeación, para a continuación en oficina generar el informe técnico de la visita de inspección; por último este informe es presentado al

Jefe Superior de la dependencia para ser archivado o presentado a la inspección de policía y proceder con las pertinentes sanciones según sea el caso.

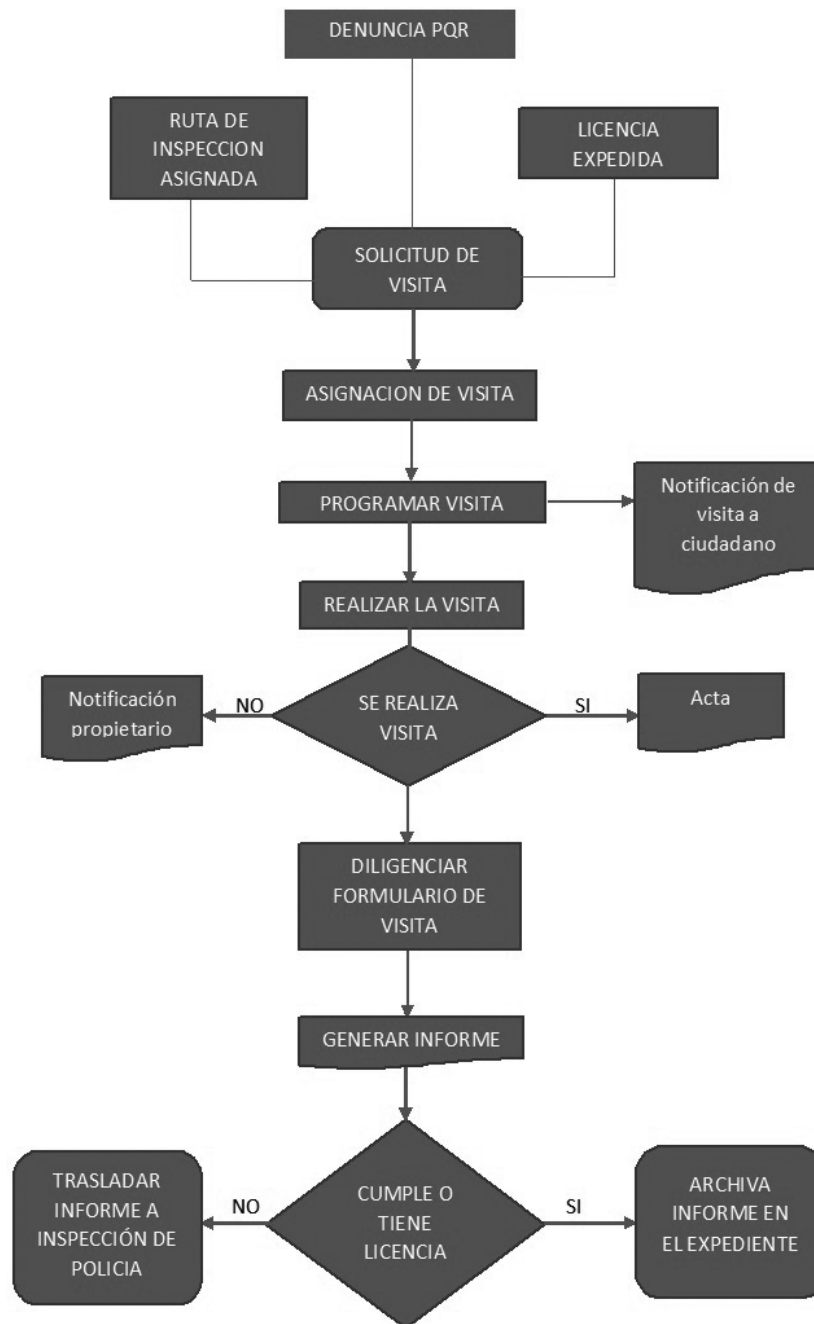


Figura 2. Flujograma de proceso control urbano. **Fuente:** Elaboración propia.

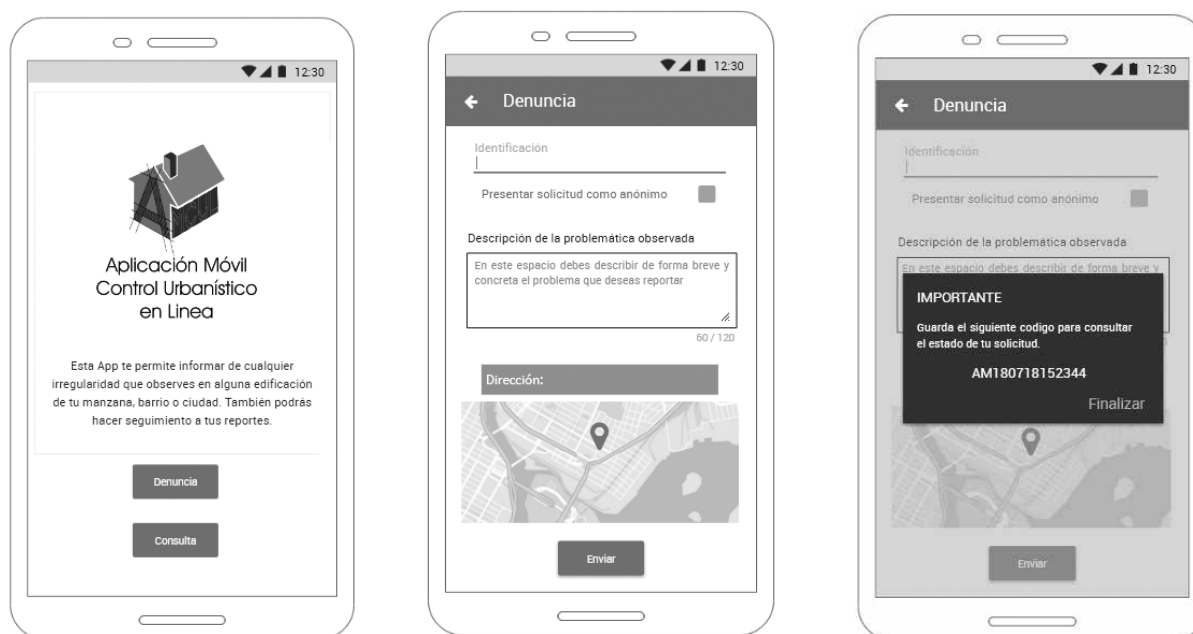


Figura 3. Mockups ciudadano. **Fuente:** Elaboración propia.

Luego de determinar una estructura base con la cual se pudiera trabajar, se estableció un nombre de fácil retentiva y que describiera de forma clara la utilidad de la aplicación, dando como opción elegida “Aplicativo Móvil para Control Urbano en Línea” o AMCUL por sus siglas.

Al definir el nombre se procedió a diseñar un logo y diferentes Mockups funcionales que suministraran una visualización del funcionamiento de la aplicación tanto para el rol de ciudadano como para el rol de funcionario y los distintos ítems que se pretendían incorporar.

En la sección dispuesta para el público en general (Figura 3) se estableció un formato ágil para la realización de la denuncia de anomalías advertidas por la ciudadanía en los procesos constructivos de su entorno. Al finalizar el formato la aplicación proporciona un código con el cual, posteriormente todo aquel usuario que haya realizado una denuncia, a través de la opción de “Consulta”, pueda conocer el estado del trámite de su solicitud.

Por otra parte, se estructuró dentro de los mockups una interfaz para los funcionarios encargados de realizar las inspecciones de control (Figura 4), esta sección esta provista de las herramientas necesarias para el momento de realizar las visitas de control. Posee un formato adecuado con todos los ítems necesarios para registrar las diferentes características observadas en las obras de construcción.

Estos Mockups fueron presentados a distintos usuarios quienes dieron una valoración que determinó una aprobación a la estructura planteada y al aspecto que se pretendía implementar.

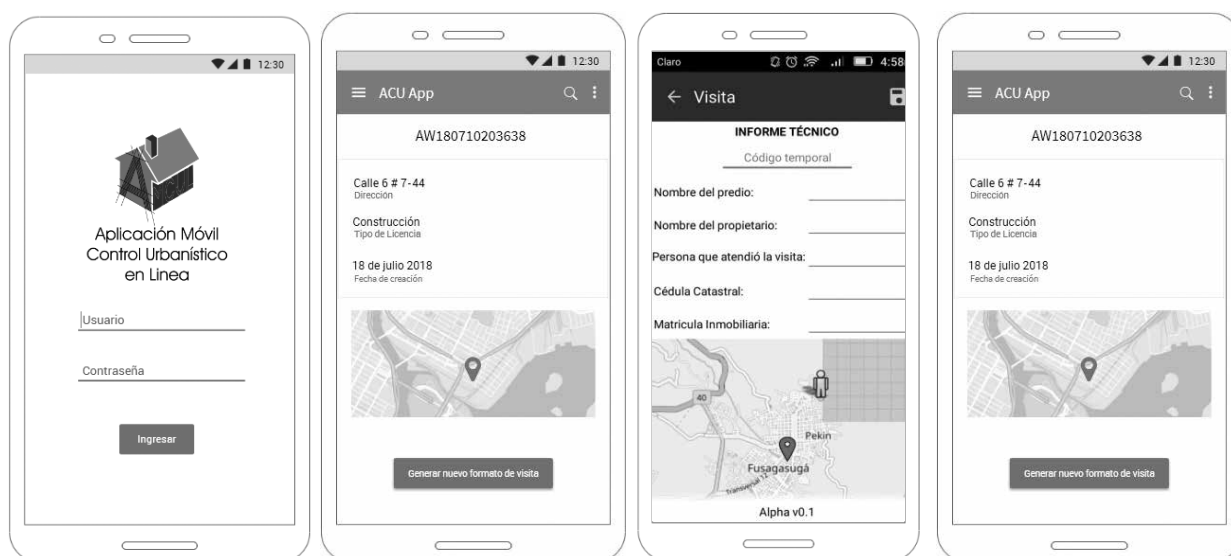


Figura 4. Mockups funcionarios. Fuente: Elaboración propia.

Tercera fase: Desarrollo

Esta fase se inició con la codificación de la aplicación web en lenguaje PHP, usando como marco de trabajo Molecular Framework. Definiendo los módulos que allí se ejecutarían, como solicitudes y visitas.

A partir de allí, se desarrollaron cada uno de los Web Service a los que debe conectarse la aplicación móvil para gestionar la información. El desarrollo de la aplicación móvil se viene haciendo de forma que solo se consuman los datos de la web sin necesidad de almacenar la información. Así mismo, la codificación de la aplicación móvil se realizó utilizando Java como lenguaje de programación para Android, en lugar de Kotlin (Figura 5).

La aplicación se encuentra en www.controlurbanoenlinea.com, así como el enlace de descarga de la aplicación móvil. Al ingresar a la página, se puede obtener información sobre los tipos de licencias de construcción y los requisitos para solicitar cada una de ellas.



Figura 5. Fase de desarrollo. Fuente: Elaboración propia.

Se presenta un inicio de sesión habilitado únicamente para el personal autorizado de la Secretaría de Planeación, donde se encuentra la gestión de las solicitudes que se dan tanto desde la aplicación web como desde la móvil (Figura 6). De igual forma están disponibles los informes de visitas que se han generado desde la aplicación móvil.

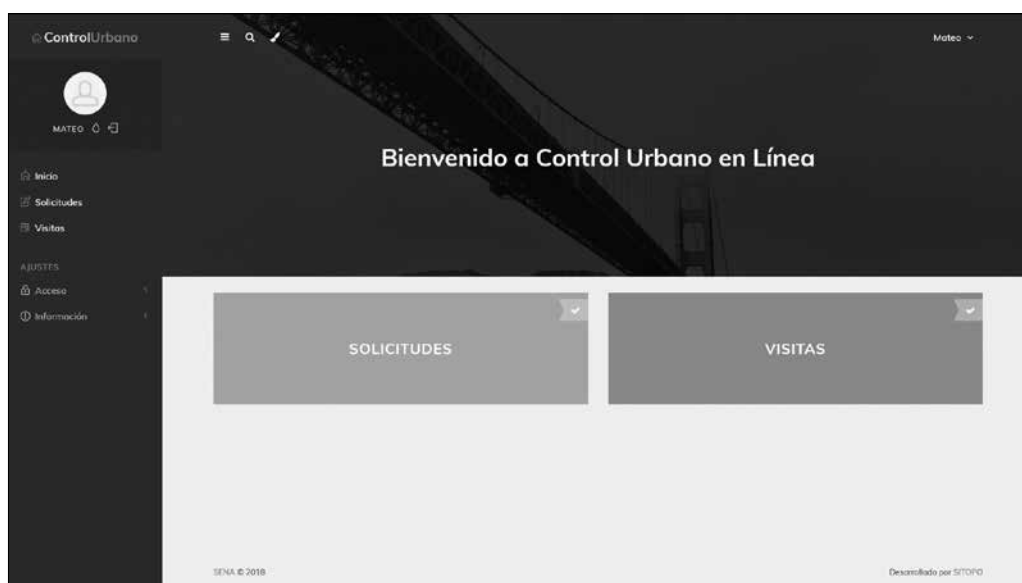


Figura 6. Inicio web. **Fuente:** Elaboración propia.

En el módulo de solicitudes se realiza una revisión de cada una de ellas, en el que se determina la veracidad y viabilidad de cada una, siendo así que las aceptadas son asignadas a uno de los inspectores de la Secretaría. En caso de no cumplir con la información, estas solicitudes

son rechazadas, donde a cada cual se le especifica el motivo de rechazo. En cualquiera de los dos procedimientos, dicho estado e información de la solicitud, se puede consultar a través de la aplicación móvil con el radicado de cada una de ellas. (Figura 7).

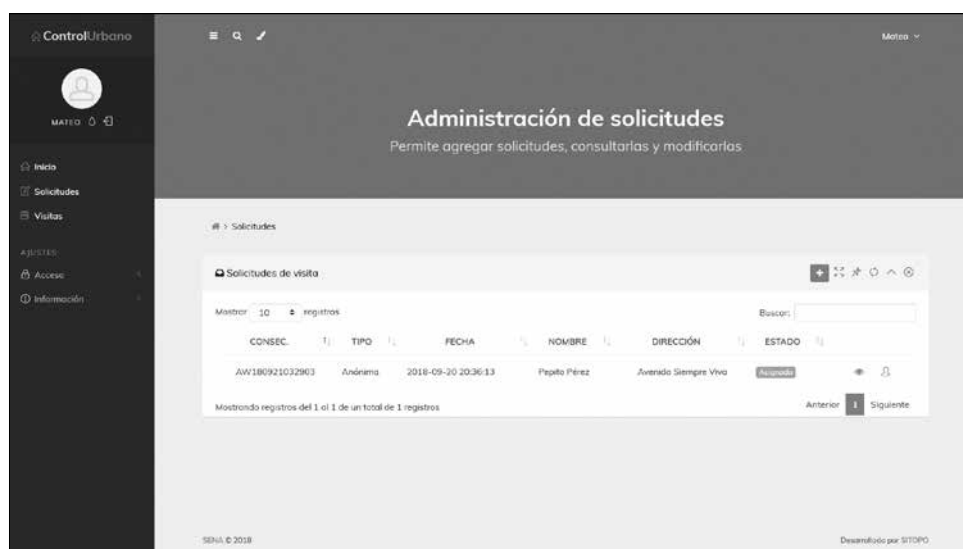


Figura 7. Administración de solicitudes. **Fuente:** Elaboración propia.

Los informes generados son enviados por parte de la Secretaria de Planeación a la inspección de policía si existe alguna irregularidad en la construcción o archivados en el respectivo expediente si la construcción cuenta con licencia de construcción y la cumple en su totalidad.

En el módulo de visitas se encuentran todos los informes generados a través de la aplicación móvil en cada una de las diferentes visitas, cada visita se realiza en su gran mayoría como respuesta a una solicitud, pero puede existir el caso que la visita se genere de manera no programada (Figura 8).

COD.	FECHA	TIPO CONTRAV.	CLASE	NOMBRE	DIRECCIÓN	CED. CATASTRAL	MAT. INMOBILIARIA
PITV-100912051501	2018-09-11 22:15:01	Ocupación de espacio público	Parcelación	nombre	predio	cod. cat.	matr. inas
PITV-180921025018	2018-09-20 19:50:18	Contravención urbanística	Otro	Predio	dir. predio	cod. cat.	matr. inas
PITV-180921025446	2018-09-20 19:54:46	Contravención urbanística	Otro	Predio	dir. predio	cod. cat.	matr. inas

Figura 8. Administración de visitas. **Fuente:** Elaboración propia.

Cuarta fase: Pruebas

En esta fase se realizó dos períodos de prueba, en primera instancia se efectuó una en el congreso CIPRES (Congreso de Ciencia, Innovación y Productividad) realizado en la ciudad de Fusagasugá el día 20 de noviembre de 2018. Allí se hizo la presentación del proyecto, la aplicación móvil y el portal web en una ponencia abierta al público general. En esta exposición se dispuso la aplicación, previamente instalada en algunos dispositivos móviles, a los participantes de la ponencia para el respectivo uso, permitiéndoles elaborar denuncias a través de la aplicación y adjuntar imágenes de las instalaciones. Posterior a esto, se hizo la revisión de cada denuncia, enviada por los participantes, en el portal web verificando que los datos recibidos concordaran con los datos enviados por los usuarios. En este proceso se encontró ciertas dificultades y algunas fallas al momento

de ingresar en la aplicación como usuario “funcionario” siendo el rol de los inspectores de la Secretaria de Planeación de Pasca, así como algunas solicitudes que no llegaron al servidor, la cuales se revisaron y corrigieron posteriormente en la programación.

El segundo periodo de prueba se realizó el día 28 de noviembre del 2018 en el municipio de Pasca. Allí los integrantes del semillero SITOPPO se reunieron con algunos funcionarios entre ellos ingeniero y arquitectos de la Secretaria de Planeación de la Alcaldía, quienes son los usuarios últimos propuestos en el proyecto. Inicialmente se realizó una capacitación sobre el portal y la aplicación web, la creación de usuarios, la captura de la información y su posterior consulta. Luego se procedió a realizar una prueba de funcionamiento en campo, en

una obra de construcción aledaña al lugar de reunión. Allí se pudo observar que la construcción se encontraba en fase de cimentación y posteriormente se tomaron los datos respectivos de la construcción, con ayuda de

los funcionarios a través de la aplicación. Al terminar el informe se procedió a verificar en oficina por medio del portal web la información obtenida en campo (Figura 9).

Quinta fase: Entrega

En esta fase se realizó la entrega propiamente de la licencia de uso por parte del SENA a la Secretaria de Planeación de Pasca, junto con el manual del usuario

del sistema y la capacitación sobre el manejo, con el fin que sea utilizada y evaluar así la posterior ampliación en lo posible en una segunda fase del proyecto (Figura 10).



Figura 9. Prueba en obra de construcción



Figura 10. Entrega aplicación en Pasca.

Resultados y discusión

El proyecto se consolidó a través de la aplicación móvil con un sistema para georreferenciar y registrar el estado, legalidad y componentes de sostenibilidad de las construcciones en tiempo real. La base de datos constituida en la nube con opción de crear los informes acerca del seguimiento ejecutado a las obras de construcción. Interface de usuario para poder hacer consultas y reportes de la información recopilada y los manuales de usuarios de la aplicación móvil, de la interface y de la base de datos.

Al realizar las pruebas de uso de la aplicación arrojaron como resultado un 100% de veracidad en la información ingresada y un 100% de respuestas efectivas frente al estado de denuncias, contando con el

respectivo registro fotográfico de las construcciones y permitiendo la georeferenciación usando Google Maps como base geográfica.

Los funcionarios de la Secretaria de Planeación de Pasca dieron el visto bueno a la aplicación mencionando: "Es una herramienta que agiliza el proceso y facilita la entrega de los informes". Se manifestaron bastante interesados en el producto mostrado, haciendo algunas sugerencias para una posible fase 2 del proyecto, como: El poder realizar una versión de la web que permita una posterior edición de los informes en oficina. La posible conexión con el Sistema de Información Geográfica Catastral del IGAC (Geoportal), para adjuntar datos como linderos, usos del suelo, entre otra

información. La opción de poder guardar los informes en el móvil cuando se realicen las visitas en lugares donde se dificulte la conexión a internet.

Conclusiones

El proyecto realizó prueba piloto en el municipio de Pasca, no obstante, la aplicación junto con la interfaz web consigue generar una estandarización de un proceso que puede ser escalable al nivel de otros municipios de Colombia que tengan dinámicas constructivas más complejas.

La implementación de la aplicación desarrollada (AMCUL) es una herramienta que resuelve la problemática que se presenta en el proceso de control urbano frente a los dos formatos físicos diligenciados en dos tiempos diferentes, pasando a un solo formato digital que reúna toda la información y de esta forma agilizará el proceso y eliminará la acumulación en la producción de los informes en formato físico.

Proveerá los informes generados en las visitas de control a la Inspección de Policía en tiempo real para su consulta, y con esto permitirá proporcionar las bases necesarias para aquellos casos que requieran el sellamiento o sanción a las obras de construcción, todo esto sin el riesgo de omitir información o que esta sea extraviada cuando haya cambios de administración.

Por último, la aplicación responde a una necesidad que se tiene en Colombia sobre el seguimiento a las construcciones y a la vez induce a las ciudades que la implementen hacia el camino de las ciudades inteligentes, pues permite al ciudadano tener una comunicación en doble vía con la administración municipal, apoyado en el uso de las TICs.

Agradecimientos

A Carlos G. Muñoz Rodríguez, Alcalde Municipal de Pasca, al arquitecto Yohani Rodríguez, Secretario de Planeación.

Agradecemos también al equipo de trabajo Semillero SITOP: Isabel Machado Cadena (instructora) y a los aprendices Jair Esteban Sánchez Álvarez, Arturo Monroy Rojas, Johan Martínez Pachón y Lizeth Rojas.

Referencias

- Alcaldía Municipal de Pasca (07 de 04 de 2017). *Municipio PASCA en CUNDINAMARCA*. Obtenido de http://www.pasca-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml
- Chacón, B. (2015). *Desarrollo de una aplicación móvil para listas de verificación de obra en viviendas de interés social*. Tesis, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes. Obtenido de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3119/1/39192.pdf>
- Congreso de la República de Colombia (29 de 07 de 2016). Ley 1801 DE 2016 Por la cual se expide el Código Nacional de Policía y Convivencia. (D. O. 49.949, Ed.) Bogotá D.C, Colombia. Obtenido de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1801_2016.html
- Dinero (28 de 09 de 2017). *Dinero*. Obtenido de <https://www.dinero.com/edicion-impresia/pais/articulo/implicaciones-del-crecimiento-poblacional-de-colombia-en-los-ultimos-anos/250398>
- Hernández, R. (s.f.). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill. Obtenido de http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_158/recursos/e-books/16062015/metodologia.pdf

Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2018). *Boletín Trimestral de las TIC*. Bogotá. Obtenido de https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-75854_archivo_pdf.pdf

Presidencia de la República de Colombia (17 de 07 de 2017). Decreto 1203 de 2017 por medio del cual se modifica parcialmente el decreto 1077 de 2015. (D. O. 50292, Ed.) Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30032426>

Recalde, A. X. (2017). *Diseño y desarrollo de la aplicación "RH CIVIL" como herramienta para la valoración y control de avance de obras de bienes inmuebles urbanos mediante una base de datos, con requerimientos tipo de la Superintendencia de Bancos*. Quito. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17592/1/CD-8073.pdf>

Wilson, M. G. (24 de 04 de 2018). *Portales de Blas de Lezo II, el edificio de papel*. Obtenido de El Universal: <http://www.eluniversal.com.co/sucesos/portales-de-blas-de-lezo-ii-el-edificio-de-papel-276792>

Cazadores de genes: traducción de codones en secuencias de ADN mediante Python para la enseñanza en básica secundaria

*Gene Hunters: Codons Translation into DNA sequences
Through Python for Secondary School Education*

DARÍO ALFONSO CUELLO MEJÍA

Grupo CIDEINNOVA
Línea Grupos y Semilleros de Investigación
Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial
Tecnoacademia, Semillero de Materiales,
Procesos de Manufactura y Automatización (MAPRA)
SENA, Soacha-Colombia
dacuellom@unal.edu.co

YICELY KATHERINE HERNÁNDEZ GÓMEZ

Grupo CIDEINNOVA
Línea Grupos y Semilleros de Investigación
Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial
Tecnoacademia, Semillero de Materiales
Procesos de Manufactura y Automatización (MAPRA)
SENA, Soacha-Colombia
ykhernandez@sena.edu.co

CARLOS HERNANDO NIÑO RIVEROS

Grupo CIDEINNOVA
Línea Grupos y Semilleros de Investigación
Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial,
Tecnoacademia, Semillero de Bioprocesos y
Biotecnología Aplicada (BIBA)
SENA, Soacha-Colombia
chninor@unal.edu.co

Fecha de recepción: 02-11-2018
Fecha de evaluación: 09-11-2018
Fecha de aceptación: 13-11-2018





Cazadores de genes: traducción de codones en secuencias de ADN mediante Python para la enseñanza en básica secundaria

Resumen

El presente estudio presenta un primer código en Python cuyo algoritmo identifica, ubica y traduce codones en secuencias de nucleótidos de ADN. La Biología Molecular es un campo donde el costo de los reactivos limita su enseñanza; mientras tanto, la incorporación de las tecnologías de la información (TIC) en el aula dista de ser una realidad en Colombia. El programa de Tecnoacademias es un escenario para desarrollar la innovación en comunidades vulnerables. En este programa los aprendices buscan nuevas formas de implementar las TIC en la difusión de la biología molecular y la bioquímica.

Este proyecto comprende una herramienta docente destinada a poblaciones de la educación media colombiana. El mismo muestra un inicio en la elaboración de herramientas interactivas relacionadas con la enseñanza de las disciplinas biotecnológicas. Se espera desarrollar interfaces amigables y evaluar su impacto sobre los estudiantes.

Palabras clave: aminoácido, biología molecular, codón, Python, residuo, traducción de RNA.

Abstract

The present study presents a first PYTHON code whose algorithm identifies, locates and translates DNA codons in nucleotide sequences. Molecular Biology is a field where reagent costs limits its teaching in public schools; meanwhile, information technologies (ICT) use in the classroom is far from a reality in Colombia. Techno-academies are a scenario for innovation development in vulnerable communities. In this program, apprentices seek new ways to implement ICT in the spread of molecular biology and biochemistry.

This project encompasses a teaching tool aimed at the population of Colombia's secondary education. It shows a start in the development of interactive tools related to the teaching of biotechnological disciplines. It is expected to develop friendly interfaces and evaluate the program's impact on the students.

Keywords: Aminoacid, Codon, Molecular biology, Residue, RNA Translation, Python.

Introducción

La Bioquímica y la Biología Molecular son dos campos de la ciencia con un alto crecimiento y desarrollo tecnológico en los últimos años. En consecuencia ejercen gran influencia en la vida cotidiana, abarcando ámbitos como la salud, la biotecnología y la agroindustria, entre otros (Moreno, 2015). Normalmente, los reactivos empleados en la ejecución de prácticas experimentales en estos ámbitos son costosos limitando su acceso. Por otra parte, la incorporación de las tecnologías de la información (TIC) a la práctica docente habitual está lejos de ser una realidad en Colombia (Morcillo-Ortega & López-García, 2007). En consecuencia es eficiente incentivar el uso de las TIC mientras se llenan nichos en la enseñanza de las ciencias básicas que no pueden suplirse en contextos de escasos recursos económicos.

El presente estudio plantea el desarrollo de un programa capaz de identificar codones en una secuencia de nucleótidos de ADN y traducir el respectivo codón en el correspondiente residuo de aminoácido que resultaría tras la traducción de la secuencia. Este programa se constituye como una herramienta de docencia en el aula de clase.

El programa de Tecnoacademias se plantea como un escenario de aprendizaje, dotado de tecnologías emergentes para desarrollar competencias orientadas a la innovación mediante la formación por proyectos en comunidades vulnerables. Su población objetivo son los estudiantes de la educación básica y media constituyéndose como un complemento de su educación formal (Tecnoacademias, 2017). Dentro de este programa los aprendices vinculados a los semilleros de investigación Bioprocesos y Biotecnología aplicada (BIBA) y el semillero de investigación en materiales, procesos de manufactura y automatización (MAPRA) han buscado nuevas formas de implementación de las TIC para la difusión del conocimiento en áreas como la biología molecular y la bioquímica desde un enfoque

práctico y destinado a alumnos de los grados octavo y noveno, a los cuales estos pertenecen.

El desarrollo de un programa capaz de identificación de codones y residuos en una secuencia de nucleótidos de ADN representa una herramienta práctica para la docencia de las ciencias básicas, mediante un enfoque práctico y centrado en la socialización de la biología molecular en los grados correspondientes a la educación básica secundaria colombiana. En este proyecto se desarrolló un primer algoritmo para la identificación, ubicación y traducción de codones en secuencias de nucleótidos de ADN; enfocado como una herramienta docente en la ejecución de talleres prácticos destinados a poblaciones de los grados octavo y noveno, de acuerdo con el sistema educativo colombiano.

Metodología

Lenguaje de programación

Para el desarrollo del programa y la implementación del algoritmo se utilizó el lenguaje de programación Python. Python es un lenguaje interpretado de código abierto cuya principal característica es la simplicidad en la sintaxis (Python Software Foundation [US], 2017). Al ser un lenguaje tan sencillo de leer y escribir, es una herramienta ideal para la enseñanza con la que se pueden implementar diferentes tipos de proyectos tanto a nivel educativo como a nivel profesional (Tobis, Papert, Siegel & Nevins, 2015). En este caso, Python se utiliza para implementar el algoritmo de identificación de codones y residuos en una secuencia de nucleótidos de ADN, enfocado a la enseñanza de los conceptos relacionados a través del programa.

Desarrollo del algoritmo

Para el desarrollo del algoritmo se buscó emular la traducción a residuos de aminoácidos directamente desde tripletas de codones de ADN embebidos en la secuencia; omitiendo la transcripción a secuencias de ARN como es establece en el dogma central de la biología molecular (Crick, 1970).

En la Figura 1 se muestra el diagrama de bloques del programa. La ejecución de cada uno de los bloques se realiza de forma secuencial, utilizando los resultados obtenidos en los bloques anteriores. De igual forma, cada uno de los bloques se implementa en una *función*, permitiendo la re-utilización de cada bloque de código para la organización y el procesamiento de la información.

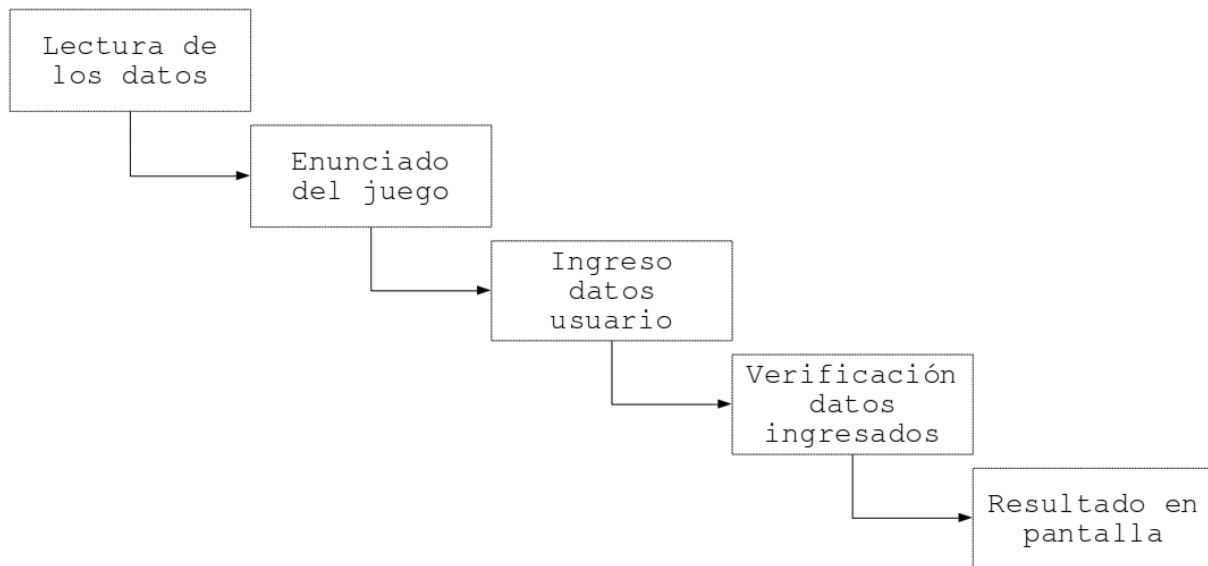


Figura 1. Diagrama de bloques del algoritmo. Fuente: Elaboración propia.

La primera etapa es la lectura de los datos por parte del programa. La secuencia de nucleótidos de ADN se encuentra guardada en un archivo de texto plano (.txt), el cual es leído por el programa y organizado en seis bloques de diez secuencias para que sea más legible para el usuario. Esa lectura y organización de

los datos se implementa con la función ***open_file()*** que tiene como parámetros de entrada la ubicación del archivo de texto y como parámetros de salida, una variable llamada ***adn_string*** en donde queda almacenada la secuencia. En la Figura 2 se muestra el resultado obtenido en pantalla.

La cadena de ADN es:

```

GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC

```

Figura 2. Resultado en pantalla de la función ***open_file()***. Fuente: Elaboración propia.

La segunda etapa es la representación en pantalla del enunciado del programa. En este bloque se imprime en consola la información necesaria para completar la actividad, brindando información relevante al usuario para comprender en qué consiste el juego y los conceptos generales de lo que es una secuencia

de nucleótidos de ADN. Esta parte del programa se implementa en una función llamada **statement()** que no cuenta con parámetros de entrada, siendo la cadena de texto del enunciado, el único parámetro de salida. En la Figura 3 se muestra un prototipo del enunciado que se imprime en pantalla.

Las cadenas de ADN se componen de 4 bases nitrogenadas:

+++++++ Adenina (A), Timina (T), Citosina (C) y Guanina (G) +++++++

A su vez, las combinaciones de a tres de estos componentes conforman 20 aminoácidos.

La actividad consiste en adivinar las combinaciones de BASES NITROGENADAS:

ATENCIÓN: Recuerde que son combinaciones de 3 bases nitrogenadas (A-T-C-G)

Figura 3. Enunciado del juego implementado en la función *statement()*. Fuente: Elaboración propia.

La tercera etapa es el ingreso de los datos requeridos por parte del usuario. En este bloque se solicita al usuario que ingrese una posible combinación de bases nitrogenadas teniendo en cuenta las condiciones del juego presentadas en el bloque anterior. Esta etapa se implementa en una función llamada

usrdata_input(), en donde solamente se tiene un parámetro de entrada, el cuál es la combinación ingresada por el usuario y ésta se almacena en la variable **user_input**. En la Figura 4 se muestra el enunciado que se imprime en pantalla.

Ingrese la posible combinación de bases hidrogenadas (A-T-C-G): ■

Figura 4. Solicitud de ingreso de datos por el usuario en la función *usrdata_input()*. Fuente: Elaboración propia.

La cuarta etapa es la verificación de los datos ingresados por el usuario. La primera parte de la verificación consta de dos fases. La primera de ellas es revisar que los datos ingresados sean correctos, que no tengan más de 3 bases hidrogenadas y que efectivamente la combinación sea de dichas bases. La segunda fase es la de revisar que tipo de codón es, verificando que tipo de aminoácido fue ingresado e imprimiendo en pantalla información relevante sobre el mismo. Esta verificación se implementa en la función **aminoacid()**, cuyo parámetro de entrada es la variable **user_input** en donde se encuentra almacenada la combinación ingresada por el usuario, y el parámetro de salida es la cadena de texto que brinda la información sobre el aminoácido encontrado.

La segunda parte de la verificación es la revisión de la cadena de ADN, identificando si la combinación ingresada por el usuario se encuentra en dicha cadena. En esta parte se recorre toda la cadena cargada del archivo de texto, en busca de identificar si lo que ingresó el usuario se encuentra dentro de la cadena. Este procedimiento se implementa en una función llamada **string_verification()**, en donde los parámetros de entrada son la variable **adn_string** en donde se encuentra la cadena de ADN y la variable **user_input** en donde está la combinación ingresada por el usuario; mientras que la variable de salida es una cadena de texto donde se muestra en que fracción de la cadena se encuentra la combinación del usuario o un texto que informa que dicha combinación no se encuentra en esa cadena.

Finalmente, la quinta etapa consiste en mostrar los datos y resultados en pantalla. En esta etapa se combinan los anteriores módulos y se imprime en la consola en la secuencia definida.

Se implementa en la función llamada **main()**, nombre asignado por convención para definir la función principal de un código, en donde se ejecutan las demás funciones.

Resultados

Las pruebas del programa se realizaron sobre el sistema operativo Ubuntu con la versión de Python

3.7.0. Sin embargo, el programa se puede ejecutar en Windows desde que se tenga instalada la versión de Python indicada. En la Figura 5 se muestra el resultado en consola del programa.

Como se describió anteriormente, el programa se ejecuta de forma secuencial de acuerdo al diagrama de flujo presentado en la Figura 1. La primera parte (1), muestra al cadena de ADN organizada para que sea más fácil identificar las secuencias. La segunda parte (2), brinda la base teórica para la actividad y las condiciones de operación del juego, que en este caso es ingresar una posible combinación de tres bases nitrogenadas. La tercera parte (3), muestra resultados arrojados por el

```
dario@XPS-12-9023:~/Documentos/Python/adn$ python3 adn_string.py

La cadena de ADN es:
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC
GAGTTTACTT CACCAGATAC GCTGTCTCTG GCACGTGGAT GGTTTAGAGG AATCACATCC

Las cadenas de ADN se componen de 4 bases nitrogenadas:
+++++ Adenina (A), Timina (T), Citosina (C) y Guanina (G) +++++
A su vez, las combinaciones de a tres de estos componentes conforman 20 aminoácidos.
La actividad consiste en adivinar las combinaciones de BASES NITROGENADAS:
ATENCIÓN: Recuerde que son combinaciones de 3 bases nitrogenadas (A-T-C-G)

Ingrese la posible combinación de bases hidrogenadas (A-T-C-G): ATG
El aminoácido encontrado es: Metionina
La sección de la cadena de ADN donde se encuentra es: ATGTTTAGA

Ingrese la posible combinación de bases hidrogenadas (A-T-C-G): AAT
El aminoácido encontrado es: Asparagina
La sección de la cadena de ADN donde se encuentra es: AATCACATCC

Ingrese la posible combinación de bases hidrogenadas (A-T-C-G): CGT
El aminoácido encontrado es: Arginina
La sección de la cadena de ADN donde se encuentra es: CGTGGATGGT

Ingrese la posible combinación de bases hidrogenadas (A-T-C-G): GTG
El aminoácido encontrado es: Valina
La sección de la cadena de ADN donde se encuentra es: GTGGATGGT

Ingrese la posible combinación de bases hidrogenadas (A-T-C-G): TTTT
El aminoácido encontrado es: ¡No se encontró esa combinación!

Ingrese la posible combinación de bases hidrogenadas (A-T-C-G): DTG
¡Alguna de las letras ingresadas no hacen referencia a una base hidrogenada!
El aminoácido encontrado es: ¡No se encontró esa combinación!

Ingrese la posible combinación de bases hidrogenadas (A-T-C-G):
```

Figura 5. Resultado del programa ejecutado con diferentes entradas de usuario.
Fuente: Elaboración propia.

programa cuando el usuario ingresa una combinación correcta. En este caso se imprime en pantalla el nombre del aminoácido encontrado y luego la sección de la cadena de ADN donde se encuentra ubicado, resaltando en negrita la cadena que ingresó el usuario.

Finalmente, en la cuarta parte (4), se muestran los resultados cuando el usuario ingresa combinaciones erradas. El primer caso se da cuando se ingresa más de 3 caracteres, en donde el programa indica que dicha combinación no se encontró ya que solamente se pueden ingresar 3 bases nitrogenadas. El otro caso se presenta cuando se ingresa un carácter que no hace referencia ninguna base nitrogenada. Al darse esta situación, el programa indica el error y recuerda al usuario que una de las letras ingresadas no hace referencia a una base nitrogenada.

Conclusiones

El artículo presenta un programa diseñado de forma modular para la identificación de codones en cadenas de ADN con la interacción del usuario. Cada uno de los módulos planteados se encarga de una función específica, dando una capacidad de re-utilización del código para otro tipo de implementaciones. El programa se desarrolló utilizando Python, un lenguaje de programación con una sintaxis simple, con la capacidad de ser utilizado en cualquier plataforma de forma gratuita y contando con una gran cantidad de documentación con la filosofía de software libre.

El programa se diseñó con la intención de que se utilice en ambientes de formación dedicados a la enseñanza de la bioquímica y la biología molecular, en donde una herramienta de este tipo permite acercar la ciencia y la tecnología a estudiantes de básica secundaria. De igual forma, como trabajos futuros, se plantea el desarrollo de una interfaz gráfica más atractiva e intuitiva para los usuarios y la complementación de programa existente con mayor información sobre la temática.

Agradecimientos

Agradecemos a la Tecnoacademia por el uso de espacios y equipos. A los aprendices de los semilleros BIBA y MAPRA por su participación activa en el estudio.

Referencias

- Crick, F. (1970). Central Dogma of Molecular Biology. *Nature*, 227, 561. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1038/227561a0>
- Morcillo-Ortega, J. & López-García, M. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(3), 562-576. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/28184291>
- Moreno, A. L. (2015). "Retos en la enseñanza de la biología molecular y la bioquímica en las carreras del área de la salud". *Boletín Virtual*, 4-9(2266-1536), 26-39.
- Python Software Foundation [US]. (2017). Welcome to Python.org. Retrieved from <https://www.python.org/>
- Tecnoacademias, L. (2017, noviembre 7). Tecnoacademia. Servicio Nacional de Aprendizaje. *Servicio Nacional de Aprendizaje*, pp. 3-5. Recuperado de <http://www.sena.edu.co/es-co/formacion/Paginas/tecnoacademia.aspx>
- Tobis, M., Papert, S., Siegel, A. & Nevins, D. (2015). Python in Education, 2(2), 9-16. Retrieved from <http://www.oreilly.com/programming/free/files/python-in-education.pdf>

Si desea consultar derechos de autor, declaración de privacidad, la lista de comprobación para la preparación de envíos y el aviso de derechos de autor/a, favor diríjase a la siguiente página web: http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/about/submissions#authorGuidelines

Diagnóstico de biodigestores de bajo costo instalados con comunidades vulnerables y víctimas del conflicto, realizado por el SENA CTDPE durante los años 2011 al 2017

Diagnosis of Low-Cost Biodigesters Installed With Vulnerable Communities and Conflict Victims, realized by the SENA CTDPE During the Years 2011 to 2017

SERGIO ANDRÉS BARRERA RAMÍREZ

**Zootecnista, especialista en
Nutrición y alimentación animal**

sabarrera@misena.edu.co

ELÍAS ANDRÉS PARDO GUZMÁN

**Zootecnista, especialista en
Gerencia de Proyectos**

eliasparado@misena.edu.co

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Diagnóstico de biodigestores de bajo costo instalados con comunidades vulnerables y víctimas del conflicto, realizado por el SENA CTDPE durante los años 2011 al 2017

Resumen

Actualmente en Colombia encontramos un crecimiento demográfico en el sector rural, lo que genera un incremento de los vertimientos residuales, provenientes principalmente de las producciones agropecuarias y domésticas, sumado a un manejo inadecuado de estos residuos y a la necesidad de generar fuentes alternas de energía, el SENA - Girardot, a través del programa de atención a población víctima y vulnerable, ha venido realizando la instalación y puesta en funcionamiento de biodigestores de bajo costo tipo Taiwán de flujo semi continuo, en los Municipios de área de influencia del Centro de formación con el objetivo de disminuir el impacto negativo de estos residuos e incorporarlos a sus procesos productivos.

El propósito de este estudio es realizar un diagnóstico de los biodigestores instalados durante los años 2011 a 2017, para reconocer el estado actual, evidenciar el impacto económico y medioambiental de este tipo de tecnologías de bajo costo, a través del seguimiento a los sesenta biodigestores instalados durante este periodo, aplicando una metodología de investigación descriptiva, donde se reúne información por medio de observación directa, entrevistas y la aplicación de una encuesta semiestructurada de forma presencial para la recolección y posterior análisis de la información.

Abstract

Currently in Colombia we find a demographic growth in the rural sector, which generates an increase in waste material, mainly coming from agricultural and domestic production, added to an inadequate management of these residues and the need to generate alternative sources of energy, SENA - Girardot, throughout the victim and vulnerable population assistance program, has been carrying out the installation and start-up of low-cost Taiwan-type biodigesters with semi-continuous flow, in the municipalities of the training center's area of influence, with the objective of reducing the negative impact of these residues and incorporating them into the community's production processes.

The purpose of this study is to carry out a diagnosis of the biodigesters installed from 2011 to 2017, to acknowledge their current status, to demonstrate the economic and environmental impact of this type of low-cost technologies, by means of monitoring the sixty biodigesters installed during this period, applying a methodology of descriptive research, where information is gathered via direct observation, interviews and the execution of a semi-structured face to face survey for the recollection and subsequent analysis of data.

Se determinaron los siguientes aspectos: caracterización de la población beneficiada, localización georreferenciada de cada uno de los proyectos, a su vez se establecieron rangos para el funcionamiento de los biodigestores de 8 metros de longitud con capacidad total estándar de 10.160 litros y la estimación de los productos obtenidos biogás y el biól (efluente), brindando herramientas para la evaluación económica y ambiental del proyecto.

A su vez se realizaron análisis de laboratorio del biól para conocer las características fisicoquímicas y microbiológicas. Además, se analizó cada variable a través de un análisis de estadística descriptiva.

Se logró evidenciar que con este tipo de tecnología de fácil aplicación y bajo costo se genera un ahorro por concepto de gasto energético para la cocción de los alimentos de la unidad familiar en el sector rural y se permitió darle valor agregado a las excretas transformándolas en abonos orgánicos de interés agronómico, estables y libres de agentes patógenos.

Palabras clave: biodigestores de bajo costo, biogás, abono orgánico, energías renovables, víctimas del conflicto.

The following aspects were acknowledged: characterization of the benefited population, georeferenced location for each of the projects. In turn, ranges of 8 meters in length with standard total capacity of 10160 liters were established for the operation of the biodigesters, and the assessment of the final products (Biogas and Biol-effluent), providing tools for an economic and environmental evaluation of the project.

At the same time, laboratory analyzes of the Biol were performed to find its physicochemical and microbiological characteristics. In addition, each variable was analyzed by means of descriptive statistics.

It was possible to demonstrate that with this type of low cost and easy application technology, a saving in the energy expenditure is generated in the cooking of a family unit's food in the rural sector; while also giving an added value to the residues by transforming them into organic fertilizers of agronomical interest, being both stable and free of pathogenic agents.

Keywords: Low Cost Biodigesters, Biogas, Organic Fertilizer, Renewable Energies, Victims of the Conflict.

Introducción

En el sector rural, se requiere a diario de la producción de energía calorífica (fuego) para apoyar las diferentes actividades propias de las viviendas y de los sistemas de producción agropecuarios, según (FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, 2013) “El uso más simple del biogás es para la obtención de energía térmica (calor). En aquellos lugares donde los combustibles son escasos, los sistemas pequeños de biogás pueden proporcionar la energía calórica para actividades básicas como cocinar y calentar agua. Los sistemas de pequeña escala también se pueden utilizar para iluminación”. Sin embargo, en trabajo de campo evidenciamos que también el biogás es utilizado para calefacción de las aves y cerdos en sus primeras semanas de vida, iluminación con lámparas a gas y secadores para el beneficio del café.

La generación de fuego puede ser obtenida de diferentes fuentes, tales como combustibles fósiles no renovables (carbón mineral, petróleo y gas natural), de alto valor económico, pero también se cuenta con una serie de combustibles de biomasa renovable, tal como lo afirma el autor (Romero, 2010), manifestando que existen biocombustibles sólidos constituidos por materiales lignocelulósicos procedentes del sector agrícola o forestal (paja, restos de podas, leña, cortezas y cascarras), este mismo autor establece que otros biocombustibles usados para la producción de energía calorífica son bioetanol y biodiesel obtenidos a partir de los componentes físico químicos de cultivos como caña de azúcar y maíz. Los autores (Severiche & Acevedo, 2014), afirman que “La digestión anaerobia, o biodigestión, es una tecnología que permite mejorar el aprovechamiento energético tradicional de la biomasa, tanto desde el punto de vista medioambiental, como social y económico. Al mismo tiempo, permite una gestión sostenible de los residuos orgánicos, convirtiéndolos en un recurso para generar biogás (energía renovable) y biol (fertilizante natural)”.

Se calcula que para el año 2018, Colombia tendrá 49.834.240 habitantes, según él (DANE, 2018), el 77,5% viven en cabeceras Municipales, por su parte, el 15,3 % viven en zonas rurales y el 7,2 % viven en centros poblados (CONPES 3810, 2014), la baja capacidad institucional de los Municipios se refleja en la inadecuada provisión de agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales; (Carrasco, 2016) estableció que el 68% de la población rural en Colombia cuentan con alcantarillado, dejando un 32% sin cobertura en saneamiento básico en la ruralidad colombiana. Esto es preocupante debido a que la carencia de sistemas de alcantarillado conduce a que las familias campesinas viertan sus depósitos directamente al suelo o agua, generando contaminación de fuentes hídricas superficiales y/o subterráneas, además de olores ofensivos, constituyen elementos propicios para la proliferación de enfermedades, evitando que se presente la atracción de vectores, definido por el (Decreto 1287, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2014) como “Atracción de vectores. Es la característica de los lodos y biosólidos para atraer vectores o diseminadores como roedores, moscas, mosquitos u otros organismos capaces de transportar agentes infecciosos”.

Según el investigador (Pinzón, 2017) “Es importante agregar que la implementación de biodigestores es una alternativa para mitigar algunas condiciones negativas que se presentan en el sector rural como, por ejemplo, la contaminación de las fuentes hídricas a causa de vertimientos producidos en las explotaciones pecuarias y agrícolas principalmente los producidos por el lavado de cocheras, establos y las mieles producidas durante el proceso de beneficio del café”.

El autor (Reyes, 2017), manifiesta que “Las materias primas fermentables incluyen dentro de un amplio espectro a los excrementos animales y humanos, aguas residuales orgánicas de las industrias (producción de alcohol, procesado de frutas, verduras, lácteos, carnes, alimenticias en general), restos de cosechas y basuras

de diferentes tipos, como los efluentes de determinadas industrias químicas”.

El SENA, Regional Cundinamarca, Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial - Girardot, mediante el programa de atención a población víctima y vulnerable, capacitó en la instalación y puesta en funcionamiento sesenta biodigestores de bajo costo tipo Taiwán de flujo semicontinuo, estos fueron el resultado de procesos de formación complementaria en producción pecuaria, impartidas durante los años 2011-2017 en los Municipios de área de influencia del Centro de formación, donde el 61% de los aprendices beneficiados hace parte de la población víctima del conflicto armado; con la puesta en marcha de los biodigestores, se promueve el aprovechamiento de vertimientos de las producciones agropecuarias y domésticas. Con la implementación de este tipo de tecnologías, se apunta a las siguientes líneas de acción:

1. Reducir el impacto negativo al medio ambiente, a través del control de emisiones de gas metano y dióxido de carbono, pero también es una manera de desestimular el uso de leña para cocción de alimentos.
2. Se promueve la generación de energía alternativa calorífica (fuego) a bajo costo.
3. Obtención de fertilizante orgánico, en presentación líquido y sólido.

Una de las principales características de los biodigestores instalados es que son de bajo costo económico, aproximadamente un precio de \$380.000 (materiales y adecuación de la fosa) y una vida útil de más de 10 años, lo que facilita su implementación, tienen una producción promedio de 3 - 16 horas en una estufa de 2 fogones y una producción diaria de entre 60 y 120 litros de fertilizante orgánico, dependiendo de la cantidad de excretas utilizadas, permitiendo el aprovechamiento de los vertimientos de las producciones agropecuarias y domésticas. Este tipo de tecnologías permiten la mitigación del impacto negativo al medio

ambiente generado por estos residuos líquidos y sólidos. La captación, almacenamiento y utilización del biogás como combustible, evitando su liberación a la atmósfera.

A nivel de laboratorio, se analizaron muestras de efluente (biól) para conocer las características físico-químicas de doce muestras y microbiológicas a veinte muestras, los resultados fueron contrastados con (NTC 5167, 2011) emitida por el ICA para comercialización de fertilizantes líquidos.

Materiales y métodos

Para la realización del trabajo se elaboró y aplicó una encuesta semiestructurada entre los meses de marzo a septiembre de 2018, el instrumento consta de 23 preguntas para la recolección de la información acompañada de la observación directa. La encuesta la realizó el instructor encargado, a sesenta aprendices egresados de los cursos complementarios en donde se realizó la instalación de los biodigestores Tipo Taiwán, ubicados en los Municipios del Área de influencia del SENA CTDPE de Girardot, los cuales fueron instalados en el período comprendido entre febrero de 2011 y diciembre de 2017. Con el propósito de realizar un seguimiento y diagnóstico que permita identificar el impacto social, económico y ambiental del contexto donde se desarrollaron los proyectos de formación, se estableció una metodología de carácter mixto (cuantitativa y cualitativa), que a su vez permitió la aplicación de un análisis estadístico descriptivo. El desarrollo del proyecto se realizó en tres fases:

Descripción del proyecto

En el desarrollo de las capacitaciones en cursos complementarios en producción pecuaria realizados por el SENA CTDPE de Girardot se realizan proyectos de formación encaminados a la producción de energías renovables y la mitigación del impacto ambiental generado por los residuos líquidos y sólidos provenientes de la producción

porcícola (heces, orina y agua de lavado) y la de otras actividades agropecuarias como la ganadería bovina, ovina, caprina, mular, caballar y el agua residual del beneficio del café, las cuales han generado la necesidad de implementar tecnologías adecuadas para el manejo y la mitigación de los daños medioambientales originados por este tipo de producciones, por esta razón se han puesto en funcionamiento 60 biodigestores de bajo costo tipo Taiwán en comunidades vulnerables y víctimas del conflicto. La elaboración de biodigestores no busca únicamente producción de biogás, según los investigadores (Balseca de la Cadena & Cabrera Bastidas, 2011), en su estudio “También se verificó el potencial del uso de los biodigestores para: el tratamiento de aguas residuales.

Definiendo al biodigestor como una estructura en la cual se fermentan excretas de animales o incluso del ser humano, obteniendo un gas llamado Biogás y un material orgánico denominado Biól que además es un buen fertilizante líquido que sale al final del proceso. El gas puede utilizarse para cocinar, calentar agua, iluminar, calentar cerdos pequeños o aves por medio de un calentador, generar electricidad. Según el autor (Le-grand, 2015). La “Fermentación anaeróbica en digestores

producen el biogás, formando en su mayoría (60% en vol.) metano y el resto CO₂ y cantidades mínimas cantidades de oxígeno, nitrógeno y ácido sulfhídrico. Según (Rodríguez, 2018) el biodigestor tipo TAIWAN lo compone un tubo en material plástico (polietileno, PVC) con un ducto de entrada de la carga y salida de la misma, está diseñado para que el 75% del tubo inferior contenga la masa de fermentación y el 25 % restante parte superior almacene el biogás producido. Este tipo de biodigestor también es llamado tubular y es el más indicado para digerir todo tipo de estiércol y aguas residuales orgánicas (Osorio, 2017), Según autores (Sosa, Chao & J. del Río, 1999) los biodigestores más usados en la agricultura son los del régimen semicontinuo, este tipo está clasificado de acuerdo a su funcionamiento y construcción como de tipo tubular o Plug Flow.

Los materiales de construcción son de fácil transporte, su instalación y operación es sencillo, lo cual puede ser hecho por la misma comunidad o los mismos trabajadores sin mayor dificultad, la vida útil de este tipo de biodigestor puede ser de 3 a 15 años siempre y cuando se proteja la membrana; es recomendado para lugares con temperaturas altas y constantes (Osorio, 2017).



Foto 1. Aprendices en el proceso de instalación. **Fuente:** Elaboración propia.

La distribución de los biodigestores por municipios se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Distribución de los biodigestores.

Fuente: Elaboración propia.

Municipio	Cantidad
Agua de Dios	1
Anolaima	6
Beltrán	3
El Colegio	5
Nariño	1
Nilo	2
Pulí	2
Ricaurte	1
Tocaima	1
Viotá	38
Total	60

Todos los predios fueron georreferenciados a través de imágenes en el programa Google My Maps, por medio de las coordenadas obtenidas en campo a través de un dispositivo GPSMAP 64s marca Garmin.

Funcionamiento de los biodigestores

Los biodigestores tienen una longitud total estándar de 8 metros con capacidad de 10.160 litros calculado a través de la fórmula:

$$\text{Vol} = \pi (Pi) \times r^2 (\text{radio}^2) \times L (\text{longitud})$$

Volumen del cilindro = $3.14 \times (0.6369)^2 \text{ metros} \times 8 \text{ metros} = 10,16 \text{ m}^3 = 10.160 \text{ litros}$ de los cuales están en fase líquida 7.620 litros (75%) y 2.540 litros (25%) son para el depósito de biogás.

* Pi (π) es una constante matemática cuyo valor aproximado es 3.14

Para calcular las excretas utilizadas se cuantificó el volumen de la mezcla de entrada (cantidad de excretas y agua) mediante la recolección con pala y el pesaje de las heces de los animales, adicional se utilizó un tanque o caja de entrada con capacidad para almacenar los vertimientos líquidos producidos durante todo el día.



Foto 2. Determinación del volumen de la carga diaria del biodigestor. **Fuente:** Elaboración propia.

Producción biogás y biól

Para la estimación de los productos obtenidos durante el proceso de biodigestión se realizó de la siguiente manera:

Estimación de la producción de biogás: a través de un **contador de gas modelo g1.6, Marca Humcar**, utilizado para medir todo tipo de gas y aire en litros y m^3 . La medición se realizó por lapsos de una hora. (Cepero, 2012) Reporta que teniendo en cuenta que la composición de este gas es de 60% CH_4 y 40% CO se generan aproximadamente 6 kWh/m^3 .



Foto 3. Medición de la producción de biogás litros/hora. **Fuente:** Elaboración propia.

- a. Para los litros de gas total se tomó el valor de consumo de biogás por hora y se multiplicó por las horas de uso de la estufa y por el número de quemadores utilizados. También a través de un MEDIDOR DE DISTANCIA LÁSER DIGITAL 40 METROS DISTANCIOMETRO Marca: Kalaidun, se estableció el trayecto recorrido por el biogás desde el biodigestor hasta el punto de utilización.
- b. Para la estimación del biól se utilizó una caja o tanque para la recolección del material resultante del proceso de biodigestión y se valoró su producción promedio al día.



Foto 4. Medición producción Biól. **Fuente:** Elaboración propia.

Resultados y discusión



Imagen 1. Biodigestores activos en los Municipios de área de influencia del Centro de formación SENA Girardot.

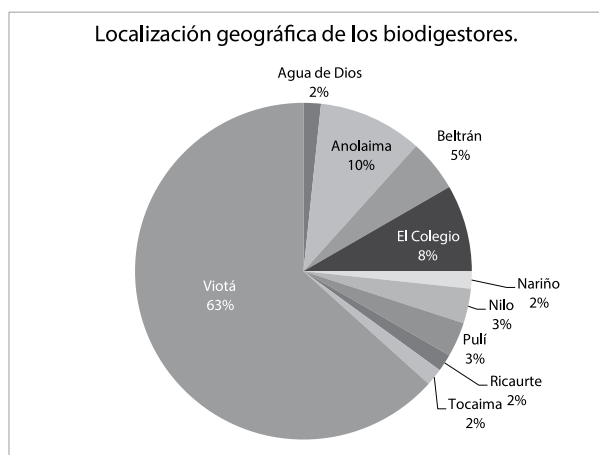
Fuente: <https://www.google.com/maps/d/edit?hl=es&hl=es&mid=12frzoCw035hejEoPCRcceZbwqtxglVuG&ll=4.582231402242969%2C-74.7428672654998&z=10>

Georreferenciación

Se realizó georreferenciación de los predios en donde actualmente se encuentran en funcionamiento treinta y tres biodigestores, los municipios se pueden observar en la siguiente imagen:

Caracterización de los beneficiarios del proyecto

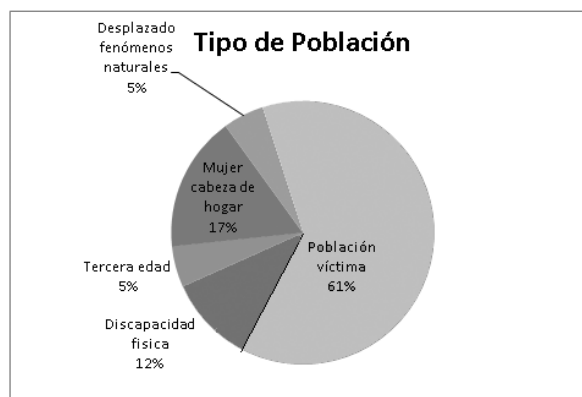
La distribución porcentual de los biodigestores instalados en los diferentes municipios se observa en la siguiente gráfica:



Gráfica 1. Localización de los biodigestores.
Fuente: Elaboración propia.

Los predios se encuentran en un rango de altura entre los 360 y 1850 msnm, con temperaturas que oscilan entre los 19 y 32 °C.

El tipo de población que ha sido beneficiaria con el proyecto se muestra en la siguiente gráfica:



Gráfica 2. Caracterización de la población.
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la actividad económica la mayoría de las fincas tienen una economía mixta entre las actividades pecuarias y agrícolas, el 74% de los hogares están formados por menos de 5 personas, mientras que el 22% tienen entre 5 y 10 personas y solamente en el 4% de ellos se encuentra que el núcleo familiar está formado por más de 10 personas.

Los biodigestores fueron instalados entre el 21 de Febrero de 2011 y el primero de Diciembre de 2017, mientras que entraron en funcionamiento entre el 29 de Abril de 2011 y el tres de Marzo de 2018. Entre la fecha de instalación y la puesta en funcionamiento transcurrieron 90 días en promedio, con un rango entre 54 y 125 días.

A la fecha de los 60 biodigestores 33 están funcionando (55%) y 27 no (45%), los que no están en funcionamiento es por las siguientes causas: daño del plástico (2), por derrumbe de la fosa (1), cambio de la actividad económica del predio (19), por venta del predio (1) y por fenómenos naturales (4). Los biodigestores que ya no funcionan duraron un promedio de 3,1 años en uso,

como se evidencia la mayor causa fue por cambio de actividad económica representando un total del 70 %, manifestaron que esto fue causa de la baja rentabilidad de la producción porcina debido al alto costo de los insumos y alimentos comerciales, información que respalda la (Asociación Colombiana de Porcicultores, 2016) quien hace referencia que para explotaciones de ciclo completo, los costos totales de producción capitalizó un incremento del 8,3%, con respecto al año 2015, dicho incremento obedeció al aumento que presentaron los precios internacionales de las dos principales materias primas (maíz y soya) y del precio del dólar.

Biodigestores actualmente funcionando

En este caso se tienen en cuenta con 33 biodigestores que están funcionando, el análisis se hace teniendo en cuenta los siguientes criterios: El estado general de la fosa, el plástico, los accesorios, las estufas, las criadoras, y las ollas; los hallazgos más representativos se dieron por el lado de las estufas donde tres de ellas se encontraron en mal estado.

La inversión promedio para la instalación de los biodigestores fue de \$265.000 la menor inversión y de \$1.100.000 la mayor, estos valores incluyeron los materiales y la adecuación de la fosa. El costo es variable y está relacionado con las particularidades del productor (tipos de residuos, espacio físico, características del terreno, mano de obra) (Andino & Martínez, 2015).

El bajo precio facilita su implementación, principalmente en comunidades vulnerables que cuentan con menor poder adquisitivo para la tecnificación de sus producciones agropecuarias. De los 60 productores 53 de ellos (88,3%) recibieron material de formación por parte del SENA.

En cuanto a la procedencia del agua que se requirió para el funcionamiento del biodigestor el 60% utilizaron el agua del acueducto veredal, el 35% agua de nacedero y el 5% utilizaron aguas lluvias.

En el caso de los insumos requeridos para el funcionamiento del biodigestor, principalmente se utiliza el estiércol porcino con el agua del lavado de las instalaciones, estiércol de caballo, bovino, caprino e incluso los residuos de humanos libres de detergentes y un caso en el que utilizan suero de leche, se ha evidenciado una gran diversidad de materiales orgánicos han sido sometidos a investigación con la finalidad de obtener biogás, como lo describen los investigadores (Barrena, Gamarra & Maicelo, 2010), quienes emplearon residuos de la ganadería y domésticos como la cáscara de papa y aguas residuales para producir biogás a nivel de laboratorio.

Por su parte, los autores (Morales & Mejía, 2015), hacen referencia acerca del uso de biodigestores para aprovechar el mucilago de café luego del beneficio, concluyendo que se lograron beneficios para el caficultor, manejando la mezcla agua-mucilago por separado que permita descontaminar mínimo el 80% del vertimiento al suelo.

Parámetros de producción

Para mostrar los datos de producción se tuvieron en cuenta 33 biodigestores, las variables tenidas en cuenta fueron:

Producción de biogás

Medida en horas al día, para esta variable se encontró que el rango estuvo entre 3 y 16 horas al día, con un promedio de 9,5 horas/estufa de dos quemadores.

Los litros de gas para consumo al día se encontraron un rango promedio de 2790 ± 1050 litros de gas, con un valor mínimo de 828 y uno de máximo de 5760 litros de gas (Botero & Thomas, 1987). Afirma se puede esperar una producción diaria al 35% del volumen de la fase líquida (aproximadamente 2667 litros en este caso). La medición se realizó por lapsos de una hora y se encontró un valor promedio de $134,2 \pm 13,96$ litros / hora. El valor mínimo fue de 115 y el mayor de 168 litros por



Foto 5. Utilización del biogás. **Fuente:** Elaboración propia.

hora. En lo referente al estiercol animal, la degradación de cada uno de ellos dependerá fundamentalmente del tipo de animal y la alimentación que hayan recibido los mismos (Cepero, 2012).

La distancia que hay del biodigestor al quemador el valor obtenido fue en promedio de $38,6 \pm 15$ m, con un valor mínimo de 12 y máximo de 82 metros, estas distancias son adecuadas para el funcionamiento, como lo menciona (Blanco, 2012). "Este tipo de digestor, a pesar de que funciona con baja presión, puede impulsar el gas a una distancia de hasta 100 m. Cuando se necesite lograr distancias superiores, es recomendable utilizar un soplador del gas".

Finalmente, el 9% de las estufas tres utilizaron un solo quemador, mientras que el 75% veinticinco utilizaron dos quemadores, el 3% una y el 13% cuatro quemadores. El único destino que se le dio al gas fue en las estufas.

Producción de fertilizante líquido

el 57% de los biodigestores produjeron menos de 60 litros, el 21% produjeron entre 61 y 80 litros, el 14 % entre 81 y 120 y el 8 % más de 121 litros, para una producción promedio aproximada de 65 litros de fertilizante por biodigestor. A pesar, que el galón de fertilizante tiene un valor de \$25.000 en la mayoría de los casos el fertilizante se utilizó para los cultivos de la finca, potreros y recuperación de suelos.

Solamente un productor comercializa y almacena el biofertilizante, lo hace durante 90 días, los demás no lo almacenan.

Beneficios económicos

Se logró evidenciar que uno de los beneficios más representativos para los propietarios de los biodigestores fue el ahorro en dinero, según las encuestas realizadas los valores mínimos del ahorro fueron de \$360.000 y máximo \$1.080.000, con un valor promedio de \$717.840.

Estos valores fueron calculados promedio/año y solo teniendo en cuenta el ahorro por compra de gas propano que tiene un precio aproximado entre \$55.000 a \$65.000 el cilindro de 40 libras, con una duración promedio de 20 a 30 días dependiendo del tamaño familiar, es de resaltar que no se estimaron las variables de ahorro por compra de fertilizantes y leña para cocinar.

Comparado con los resultados obtenidos por los autores (Aguilar & Botero, 2006) quienes concluyen que una familia rural requiere en promedio un biodigestor de $7,2 \text{ m}^3$ de capacidad total puede llegar a obtener beneficios económicos totales al año por el uso del biogás (sustitución de energía convencional) y del efluente (ahorro fertilizantes químicos) estimados entre US\$ 397 y US\$ 420.

Análisis fisicoquímico y microbiológico

Para la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, se recogieron 12 y 20 muestras respectivamente del material orgánico líquido biól, directamente en la fuente en recipientes de 1 litro de capacidad con tapa rosca, totalmente estériles y se enviaron a

laboratorio Agrilab registro certificado ICA resolución 1271 de 5/05/2014 para el análisis correspondiente.

Resultados de laboratorio (Fisicoquímicos)

Los resultados del análisis fisicoquímico se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Consolidado resultados fisicoquímicos. **Fuente:** Elaboración propia.

	MIN	MAX	PROMEDIO	UNIDADES	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NTC MAX	5167 MIN
Carbono Orgánico Oxidable Total	0,68	29,7	11,00	g/L	11,38	103,39		20 g/l
pH	6,05	7,32	6,79	Unidades pH	0,49	7,19	8,5	
Densidad (20°C)	0,99	1,03	1,01	g/cm ³	0,01	1,33	Reportar	
Conductividad Eléctrica 1:200	0,02	0,14	0,07	dS/m	0,04	53,25	Reportar	
Sólidos Insolubles	10	90,1	46,78	g/L	32,65	69,79	40g/l	
N Total (N_{Org}+N-NH₄)	0,46	14	3,01	g/L	3,69	122,42		15 g/l
Fósforo (P₂O₅)	0,08	13,7	2,20	g/L	3,77	171,28		15 g/l
Potasio (K₂O)	0,5	2,42	1,30	g/L	0,60	46,54		15 g/l
Calcio (CaO)	0,15	8,14	1,43	g/L	2,24	156,89		40g/l
Magnesio (MgO)	0,05	3,9	0,75	g/L	1,08	143,02		40g/l
Azufre (S-SO₄)	0,01	0,95	0,31	g/L	0,34	109,71		40g/l
Hierro	0	0,57	0,15	g/L	0,18	124,62		40g/l
Manganeso	0,22	64,1	17,63	mg/L	21,14	119,91		40g/l
Cobre	0,03	39,9	7,73	mg/L	11,06	143,08		40g/l
Zinc	1,32	683	161,82	mg/L	233,01	143,99		40g/l
Boro	0,28	4,13	2,46	mg/L	1,47	59,90		40g/l
Sodio	0,05	0,84	0,31	g/L	0,25	82,79	10 g/l	

Para la caracterización y composición del material orgánico líquido fue realizada a través del método analítico descrito en la norma técnica Colombiana (NTC 5167, 2011), los cuales permitieron evidenciar que los valores que se encontraron tienen una gran variación en la mayoría de las variables, solamente pH y densidad muestran valores en su coeficiente de variación que permiten hablar de una relativa homogeneidad en los datos, para el resto de las variables se muestran unos rangos bastante amplios. Se asume que la principal diferencia proviene del tipo de sistema productivo y de la forma en como los animales son alimentados, pero deben existir otros factores que generan estas grandes variaciones, como la edad de los mismos, la fuente de agua entre otros.

Al realizar una comparación entre los valores exigidos por la norma técnica y los resultados físico químicos se encuentra básicamente que el material orgánico líquido en la mayoría de los casos no cumple con la normatividad, analizando el valor promedio cumple con 5 de los 17 parámetros de la (NTC 5167, 2011), los parámetros que no cumplen contienen una fuente potencial de nutrientes de interés agronómico para la fertilización orgánica, se cree que los bajos valores es principalmente por la alimentación de los animales, ya que en estos sistemas se utilizan desechos de comida,

subproductos de la finca y alimentados balanceados comerciales en menor proporción.

Pese a los resultados obtenidos se puede evidenciar el aporte integral de diferentes nutrientes, los cuales pueden ser una alternativa a la fertilización, a su vez contribuye a disminuir la contaminación, tal como lo describen (Cubero & Vieira, 1999), "La utilización de los residuos orgánicos generados por la actividad agrícola y por el procesamiento de sus productos, es vital para el control de una fuente importante de contaminación de las aguas superficiales", se considera que la aplicación de abonos de origen orgánico contribuye a restaurar la biodiversidad y la fertilidad.

La digestión anaeróbica transforma los nutrientes orgánicos presentes en el agua residual a una forma mineral. Este proceso es más importante para el nitrógeno, donde la forma orgánica se metaboliza a amonio (NH_4^+). El amonio está directamente disponible para los cultivos cuando se aplica a los suelos (Boyd, 2000).

Resultados de laboratorio (Microbiológicos)

Los resultados de los análisis microbiológicos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3. Consolidado resultados microbiológicos. **Fuente:** Elaboración propia.

	MIN	MAX	PRO	D.S	CV%
Recuento total de mesófilos aerobios Ufc/ml	10×10^2	84×10^2	$25,7 \times 10^2$	16×10^2	62,38
Recuento total de coliforme Ufc/ml	5×10^2	74×10^2	$25,3 \times 10^2$	$14,9 \times 10^2$	59,14
Recuento total de coliformes fecales Ufc/ml	0	28×10^2	$8,85 \times 10^2$	$8,3 \times 10^2$	93,84
Investigación A/P de <i>Escherichia coli</i>	AUSENTE	AUSENTE		0'	
Investigación A/P de <i>Salmonella/shigella</i>	AUSENTE	AUSENTE			
Recuento total de hongos Ufc/ml	0		14,3	24,77	173,25
Recuento total de levaduras Ufc/ml	0	188	37,85	48,32	127,67
Recuento de huevos de nemátodos	0	8000	2005	2445,29	121,959601

El análisis microbiológico permitió conocer que la unidades formadoras de colonias estaban en rangos mínimos de 10×10^2 máximos 84×10^2 , promedio 16×10^2 , lo que permite concluir que el diseño, construcción y operación de los biodigestores es efectivo para la multiplicación de microorganismos, tal como lo afirman los investigadores (Cruz, 2004), "La presencia de una mayor concentración de anaerobios en el efluente, infiere un exitoso comportamiento de los aspectos microbiológicos y bioquímicos de la fermentación anaerobia".

En el tema de unidades formadores de colonias para coliformes fecales se encontró que 8 muestras llevadas a laboratorio tenían 0 ufc/ml, en las 12 muestras restantes se encontró valores mínimos de 11×10^2 ufc / ml y máximos de 28×10^2 ufc / ml, lo que permite concluir que a mayor tiempo de fermentación menor será la presencia de ufc de coliformes fecales, tal como lo afirman los investigadores (Cruz, 2004), "Los resultados en coliformes fecales en el efluente fueron por consiguiente muy favorables y permiten confirmar la reducción de la agresividad microbiana de este tipo de residual y el funcionamiento correcto del sistema".

A nivel de laboratorio se realizaron pruebas para determinar presencia de *Escherichia coli*, a través de la técnica de medios caldo Lauryl Sulfato $T^\circ 32.5^\circ C \pm 2.5^\circ C \times 24$ horas, los resultados fueron negativos para las 20 muestras, lo que permite concluir que no existe riesgo para la salud pública en caso de ser usados para cultivos de tubérculos y hortalizas.

De la misma manera se realizaron pruebas de laboratorio para determinar la presencia de *Salmonella*/*Shigella* aplicando la técnica de medios peptona al 2% $T^\circ 32.5^\circ C \pm 2.5^\circ C \times 24$ horas, los resultados fueron negativos para las 20 muestras, este resultado permite concluir que no existe riesgo para la salud pública.

Luego del análisis de laboratorio se logró identificar la presencia de hongos y levaduras en las 20 muestras, con valores mínimos 2 ufc / ml y máximos de 188 ufc /

ml, aunque los hongos y levaduras pueden ser beneficios para la mayoría de los cultivos, en una próxima investigación se profundizará en la determinación de los tipos de microorganismos para conocer sus potencialidades y/o restricciones en el uso agrícola.

También se realizó recuento de huevos de nemátodos con el método de concentración para obtener datos cuantitativos, de tal manera que 9 muestras presentaron 0 huevos / lt, en las 11 muestras siguientes se logró establecer valores mínimos de 100 huevos / lt y valores máximos de 8.000 huevos / lt, representando un riesgo reducido en cuanto a proliferación de enfermedades parasitarias o infecciosas, sin embargo, creemos conveniente seguir profundizando en la investigación.

En los 20 análisis microbiológicos se aisló la bacteria *Bacillus subtilis*; Bacteria Gram-positiva no patógeno. Los *Bacillus subtilis* actúan como promotores del crecimiento de la planta y previene las enfermedades debido a su habilidad de producir ciertos antibióticos, lipoproteínas y enzimas hidrolíticas (Sánchez, 2016).

Conclusiones

Gracias a la implementación de este tipo de tecnologías de bajo costo, se disminuye la deforestación para la obtención de leña para cocinar y por ende las emisiones de gases contaminantes que perjudican la salud del campesino y la atmósfera; así mismo, el sistema representa un ahorro en consumo de gas propano lo cual, se verá reflejado en la recuperación de la inversión del biodigestor en aproximadamente 7 meses.

La necesidad de implementar técnicas que hagan más sostenibles los sistemas de producción animal cada vez será más perentoria, por este motivo experiencias como las llevadas a cabo se hacen necesarias y en este caso particular los resultados la respaldan, siendo una tecnología eficiente en el tratamiento de vertimientos residuales de pequeñas y medianas instalaciones

productivas y una importante solución a los problemas energéticos de las familias campesinas con limitados recursos para la tecnificación de sus producciones.

Con la implementación de este sistema, se conservan las fuentes hídricas, así mismo permiten reducir la emisión de gases efecto invernadero como son el metano y el Co2 provenientes de las producciones agropecuarias.

Es importante destacar que el fertilizante líquido obtenido de los biodigestores contiene una base importante de nutrientes para procesos de fertilización en cultivos agrícolas, si bien, algunos parámetros son bajos se pueden mejorar a través de la adición de elementos enriquecedores para cumplir con parámetros establecidos en la NTC 5167.

Involucrar a personas víctimas del conflicto y comunidades en condición de vulnerabilidad en procesos productivos que sean rentables y amigables con el medio ambiente, les brinda una oportunidad de empoderamiento y de reconocimiento de nuevas tecnologías que redundará en un beneficio general de la sociedad y en su calidad de vida.

Agradecimientos

A la líder SENNOVA, doctora Lady Malagón por su compromiso, y al programa, por el financiamiento del proyecto.

Al instructor José Benítez, vinculado al programa de topografía, quién realizó acompañamiento en temas de georreferenciación de predios.

Al SENA Girardot en cabeza del Doctor David Alberto Correa Castillo, quien promueve investigaciones que generan inclusión social y permiten el desarrollo de tecnologías amigables con el medio ambiente.

Referencias

- Aguilar, F. X. & Botero, R. (Junio de 2006). Los beneficios económicos totales de la producción de biogás utilizando un biodigestor de polietileno de bajo costo. *Tierra Tropical*, 23. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/228431561>
- Andino, R. & Martínez, K. (Abril de 2015). Biodigestor: Una Alternativa de Innovación Socio – Económica Amigable con el Medio Ambiente. *Seminario de Graduación para optar al título de Lic. en Economía Agrícola 2014*. Nicaragua.
- Asociación Colombiana de Porcicultores (31 de 12 de 2016). *Informe de los proyectos de inversión desarrollados durante el año 2016*. Obtenido de Asociación porkcolombia Fondo Nacional de la Porcicultura: <https://asociados.porkcolombia.co/porcicultores/Ley1712/INFORMES-GESTION/InformeGestion2016.pdf>
- Balseca de la Cadena, D. A., & Cabrera, J. C. (Noviembre de 2011). Producción de biogás a partir de aguas mieles. *Producción de biogás a partir de aguas mieles*. Honduras.
- Barrena G., M., Gamarra T., O., & Maicelo Q., J. (2010). Producción de biogás en laboratorio a partir de residuos domésticos y ganaderos y su escalamiento. *Revista Aporte Santiaguino Chile*, 5.
- Blanco, E. (2012). *Manual de diseño, montaje y operación de digestores plásticos de bajo costo. Una alternativa para Cuba*. La Habana: Estación Experimental Indio Hatuvey.
- Botero, B. M. & Thomas, R. P. (1987). Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. *Manual para su instalación, operación y utilización*, 15. Cali, Colombia.
- Boyd, R. (2000). Internalising Environmental benefits of Anaerobic Digestion of Pig Slurry in Norfolk. University of East Anglia. *University of East Anglia*, 11.

- Carrasco, W. (2016). Estado del arte del agua y saneamiento rural en Colombia. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, 1-8.
- Cepero, L. (2012). Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de Biodigestores. *Pastos y Forrajes*, 219-226.
- CONPES 3810. (2014). Consejo Nacional de Política Económica y Social, Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural. *Departamento Nacional de Planeación*, 6-7. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co>
- Cruz, E. (2004). *Evaluación Microbiológica del Efluente anaerobio de un biodigestor de cúpula fija*, 4-6. Habana, Cuba.
- Cubero, D. & Vieira, M. (1999). Abonos orgánicos y fertilizantes químicos ¿Compatibles con la agricultura? San José, Costa Rica.
- DANE, Departamento Nacional de Estadística (03 de 10 de 2018). DANE. Obtenido de DANE información estratégica: www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/donde-estamos
- Decreto 1287, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (10 de 06 de 2014). Uso de biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales Municipales. Bogotá D. C., Colombia.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2013). *Manual de biogás*. Santiago de Chile: Proyecto CHI/00/G32.
- Legrand, M. (2015). *Biomasa. Clasificación y uso. Transformaciones*. En D. d. Madrid. Leganés. España.
- Morales, C. & Mejía, C. A. (2015). Evaluación del desempeño de un biodigestor para el tratamiento de la mezcla agua - Musílago de café obtenidas por desmucilaginator mecánico. *Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo CIMAD*. Manizales. Obtenido de <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2521/Biodigestor>
- NTC 5167. (2011). Norma Técnica Colombiana. *Productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelos*. Bogotá D.C., Colombia.
- Osorio, B. (2017). Diagnóstico y propuestas de acciones integrales para la mitigación del impacto ambiental en el recurso hídrico en la finca Los Pomos de San Roque - Antioquia. *Tesis de grado*. Medellín: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Pinzón, C. (2017). Implementación de biodigestores para el mejoramiento de la calidad de vida de las familias campesinas. *Revista de investigaciones agroempresariales SENA Huila*.
- Reyes Aguilera, E. A. (2017). Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos. *Revista Científica de FAREM-Estelí. Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano*. Año 6, N° 24, octubre-diciembre, 2017, 11.
- Rodríguez, D. (21 de Septiembre de 2018). *Biodigestores, ¿qué son y como construirlos?* Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/prog-cerdos-biodigestor1.pdf>
- Romero, S. A. (2010). Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*.
- Sánchez, F. E. (10 de Julio de 2016). Importancia de los lipopéptidos de *Bacillus subtilis* en el control biológico de enfermedades en cultivos de gran valor económico. *Revista Bionatura*, 137.
- Severiche, C., Acevedo R. (2014). Biogás a partir de residuos orgánicos y su apuesta como combustibles de segunda generación. *INGENIUM, Revista de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Buenaventura*.

Sosa, R., Chao, R. & Del Río, J. (1999). Aspectos bioquímicos y tecnológicos del tratamiento de residuales agrícolas con producción de biogás Instituto de Investigaciones Porcinas, C. de la Habana, Cuba. *Revista computarizada de producción porcina V.* 6(15).

Consideraciones de diseño en el prototipado de una maceta inteligente con sistema de irrigación autónomo gobernado por las ecuaciones de Penman-Moteith y Richards

Design and Prototyping Considerations of an Autonomous Plant-Pot Irrigation System Using Penman-Moteith Hydrological Equation and Data Processing

JOSÉ GONZÁLES SÁNCHEZ

Computer systems engineer,
Systems administrator
Centro de Desarrollo Agroempresarial
SENA Emprende Rural - SER - Chía
jzgonzales@gmail.com

JUAN CARLOS VÁSQUEZ RESTREPO

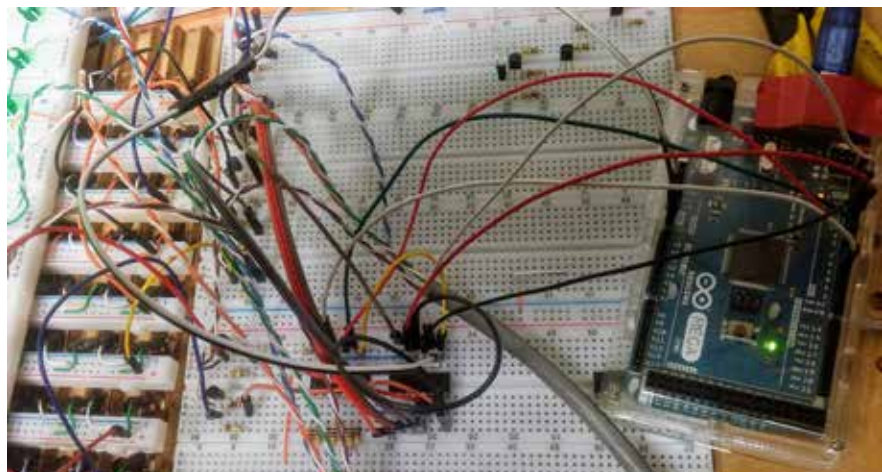
Mechanical engineer
Centro de desarrollo agroempresarial
SENA Emprende rural - SER - Chía
juanc-lp@hotmail.com

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Consideraciones de diseño en el prototipado de una maceta inteligente con sistema de irrigación autónomo gobernado por las ecuaciones de Penman-Moteith y Richards

Resumen

En varias áreas de la agricultura como la agricultura industrial, agricultura intensiva y agricultura de precisión el uso de sistemas de riego computarizados es cada vez más difundido debido a beneficios que incluyen el ahorro de recursos hídricos y estandarización de la calidad en la producción. La complejidad de estos sistemas semi-automatizados de riego requiere de personal calificado para realizar las tareas de operación y mantenimiento permanentemente.

En otra área de la tecnología, la inteligencia artificial promete desarrollar un nivel muy alto o quasi-autonomous en la automatización de procesos, independientemente de las posturas críticas escépticas o a favor sobre la posibilidad de que un sistema no biológico pueda desarrollar algún tipo de universalidad cognitiva [1], [2] podemos afirmar con certeza que la inteligencia artificial que conocemos hoy, aunque aún se encuentra en un nivel de desarrollo incipiente, ofrece una amplia gama de posibilidades que son relevantes para ser aplicadas en nuevos enfoques de la agricultura como el de agricultura de precisión.

Abstract

The availability offered by a set of technologies such as Big Data, artificial intelligence, computer vision and cloud computing must be linked to the real world through IoT technologies and microdevices like Arduino and Raspberry Pi. Therefore, farmers have achieved to find multiple solutions in their fields to irrigation issues, so they have been able to implement technologies based on computer systems. However, ornamental plants such as domestic flower-pots or even the ornamental pots in offices spaces, tend to appear such a different system from the large farms, but a closer examination reveals that we have the same elements of a complex ecosystem.

As a result, as designers of autonomous plant pot we should face almost the same challenges of traditional farming. In this regard, it is frequent to find a wide variety of Arduino plant irrigation prototypes and most of them mainly focused on solving the problem of water irrigation through the implementation of the soil humidity sensor. This paper assumes that irrigation system is no linear and there are several factors to take into account in order to achieve an accurate autonomous pot.

Keywords: Internet of things, IoT, Electronic Plant Pot, Arduino, Water Irrigation Systems, Urban Gardening, Penman-Moteith Equation, FAO, Hydrology, Cloud Computing, Artificial Intelligence, Urban Gardening, Open Hardware.

Introducción

En el aspecto social y conforme a información de la FAO, para 2030 el 60% de la población mundial vivirá en zonas urbanas. En la actualidad se estima que aproximadamente 3.500 millones de personas vive en ciudades. Frente a este hecho la Food and Agriculture Organization - FAO, indica que dentro de los objetivos de desarrollo sostenible [4] "La FAO promueve la agricultura urbana y periurbana, con el cultivo de plantas y la cría de animales dentro y alrededor de las ciudades, y trabaja para construir vínculos entre zonas rural y urbanas y además abordar los problemas de tenencia de la tierra." En este sentido, esta iniciativa incorpora este llamado social de la FAO desde la perspectiva de las aplicaciones de la tecnología a la jardinería aplicando un enfoque social orientado a generar autonomía en los dispositivos con la finalidad de promover la tenencia de plantas en ambientes domésticos y urbanos.

En el aspecto de tendencias en tecnología y de acuerdo al estudio "Five vectors of progress in the internet of things" desarrollado por Deloitte en Junio de 2018 [7] se estima que en los 3 años siguientes solamente el sector empresarial realizara inversiones estimadas en 15 billones de dólares para la adopción de tecnologías de Internet de las cosas - IoT ; el estudio también indica, que para el segmento que denomina *Consumidor* existen oportunidades calificadas como significativas en experiencia de usuario y mejoras [6] en la calidad de vida, también identifica que en las oportunidades denominadas como representativas se encuentran; los hogares inteligentes, dispositivos remotos, edificios inteligentes, ciudades inteligentes e irrigación inteligente.

La amplia disponibilidad de tecnologías que incluyen; Cloud computing, Big Data, Inteligencia artificial o aprendizaje de máquinas, representa una oportunidad para desarrollar dispositivos que permitan no solamente el desarrollo de dispositivos conectados y remotamente monitoreables sino en nuestra visión dispositivos que

aprendan y desarrollen elementos de autonomía apoyados sobre tecnologías como las que mencionamos anteriormente.

Fundamentación teórica

Consideraciones desde el aspecto biológico

Como consideraciones básicas para el diseño de nuestra maceta autónoma en lo que corresponde a los aspectos biológicos hemos tomado en cuenta los siguientes:

- a) Condiciones y propiedades del sustrato.
- b) Formulación del modelo de riego de agua.
- c) Requerimientos generales de nutrición.

Estos tres aspectos se encuentran directamente relacionados entre sí, el problema siguiente será encontrar un conjunto o técnica que proponga un modelamiento matemático a cada uno de estos aspectos con la finalidad de que, como hemos enfatizado a lo largo de este documento, sea posible implementar un modelo programable que conlleve a la implementación un sistema automatizable dicho de otra forma es necesario considerar una aproximación general pero que al mismo tiempo que sea susceptible de ser modelada matemáticamente. Este problema no es una barrera menor, por ejemplo, consideremos como punto de partida que por definición los ecosistemas están catalogados dentro de los sistemas complejos, en nuestro caso procederemos a tratar únicamente con el problema asociado a los aspectos del suelo y riego [7].

Para comprender este problema y abordarlo, debemos considerar el ciclo hidrológico. El ciclo del agua va desde la absorción del agua en el suelo hasta la evaporación del agua en la atmósfera o viceversa si se prefiere, este ciclo se encuentra representado en el siguiente diagrama.

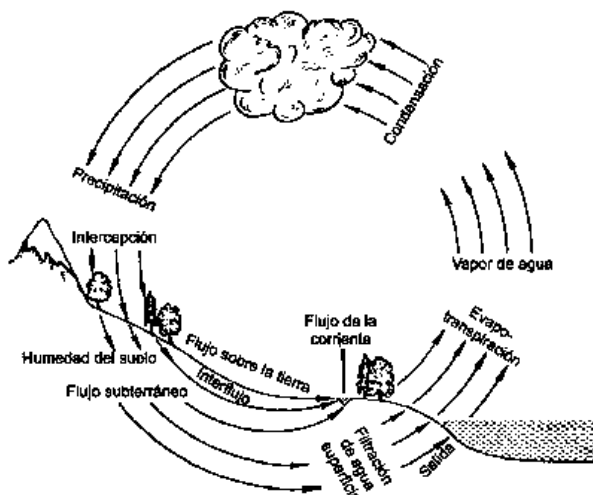


Figura 1. Ciclo hidrológico o ciclo del agua.

Hemos identificado que en este proceso o ciclo hidrológico existen dos etapas mayores las cuales son: Absorción y Evaporación. Con este fundamento continuaremos presentando la ecuación de Balance hídrico de un cultivo (1), que presenta la FAO y que sintetiza las dos etapas en las que hemos hecho énfasis, en este punto nos adelantamos a referenciar una segunda ecuación subyacente conocida como la ecuación Penman-Moteith (2).

La ecuación de balance hídrico (1) incorpora la etapa de evaporación o como la denomina mediante la variable ET Evapotranspiración y la etapa de absorción queda representada como una función de la precipitación P y ET.

$$URC = ET_c - P - DS \quad (1)$$

Donde:

URC = Consumo del agua de riego necesario para satisfacer la demanda del cultivo (mm).

ET = Evapotranspiración potencial del cultivo (mm).

P = Precipitación efectiva (mm).

DS = Variación de la humedad del suelo (mm).

La segunda ecuación Penman-Moteith (2) desarrolla en detalle la variable ET presentada en la Ecuación de balance hídrico.

$$\lambda ET = \frac{\Delta(R_n - G) + k \rho_a c_p \left(\frac{e_s - e_a}{r_a} \right)}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a} \right)} \quad (2)$$

Donde:

R_n	Radiación neta
G	Flujo de calor del suelo
$(e_s - e_a)$	Déficit presión de vapor de aire
ρ_a	Densidad del aire a presión constante
c_p	Calor específico del aire a presión constante
γ	Constante psicrométrica
Δ	Pendiente de la curva de presión de calor
k	Constante para la conversión de unidades
r_a	Resistencias aerodinámica
r_s	Resistencia de superficie

El proceso de evapotranspiración de la planta es un proceso complejo en donde las variables que intervienen se agrupan en cuatro categorías:

- Temperatura del aire.
- Humedad del aire.
- Velocidad del viento.
- Luz solar y radiación.

La representación de esta caracterización se encuentra presente en la interfaz de entrada de datos de la calculadora ETo de la ecuación Penman-Moteith proporcionada por la FAO en su portal, como se puede observar en la captura de la imagen.

Figura 2. Calculadora para la ecuación Penman-Monteith. Fuente: FAO.

Ambas ecuaciones, Ecuación de balance hídrico (1) y ecuación Penman-Monteith (2) son parte fundamental del modelo hidrológico propuesto por la FAO para estimaciones requerimiento de riego en cultivos.

El siguiente aspecto para considerar en la fundamentación del diseño corresponde a la etapa de absorción del agua. Es este punto se introducen los elementos de tipos de suelo y nuevas funciones asociadas a la mecánica de fluidos. Este último campo de estudio, la mecánica de los fluidos abarca de forma general los aspectos del tipo de suelo en lo que corresponde al elemento de la etapa de absorción en nuestro análisis. En este punto, es útil presentar cómo se conforma el patrón de humedad respecto del tipo de suelo. De forma general observamos que los tipos de

suelos varían entre arenosos y arcillosos [9], los cuales son más permeables o menos permeables, respectivamente. En el siguiente cuadro, encontramos como la humedad idónea del suelo según su tipo, varía entre la capacidad de campo como límite superior y el punto de marchitez como límite inferior.

La dirección del movimiento del agua ocurre conforme a lo que se expone en la figura(4), estos movimientos se realizan simultáneamente y están afectadas por variables como la dirección del riego o lluvia, magnitud del cuerpo de agua y tipo de suelo, entre otras, este es el componente de parametrización adicional que se requiere para completar el modelo de riego a implementar en nuestra maceta autónoma.

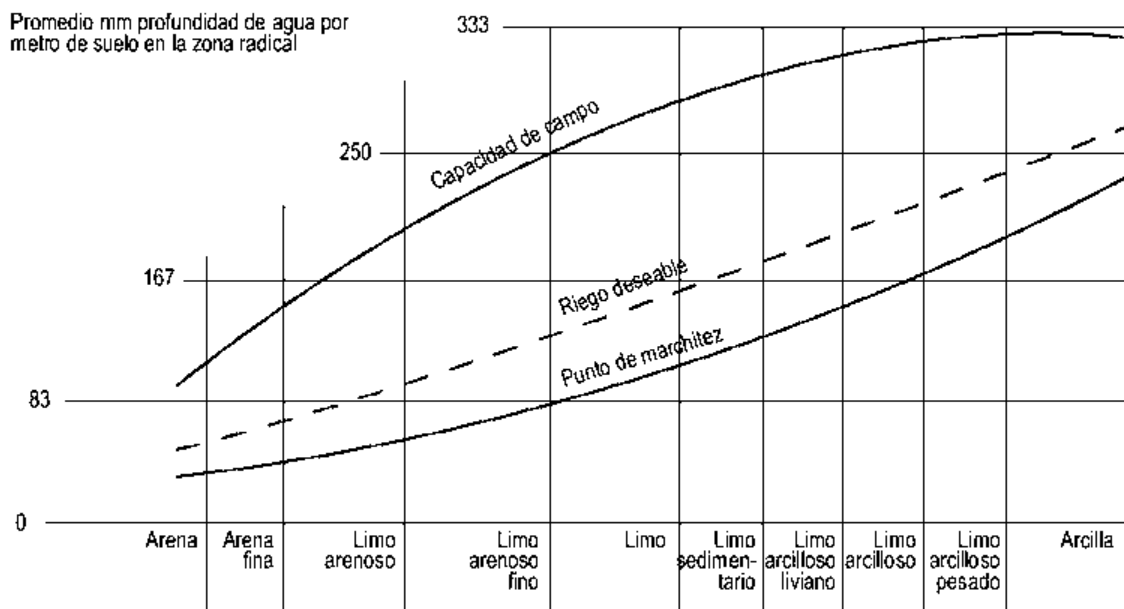


Figura 3. Capacidad de agua disponible típica en suelos de diferentes texturas. Fuente: Smith & Ruhe 1955.

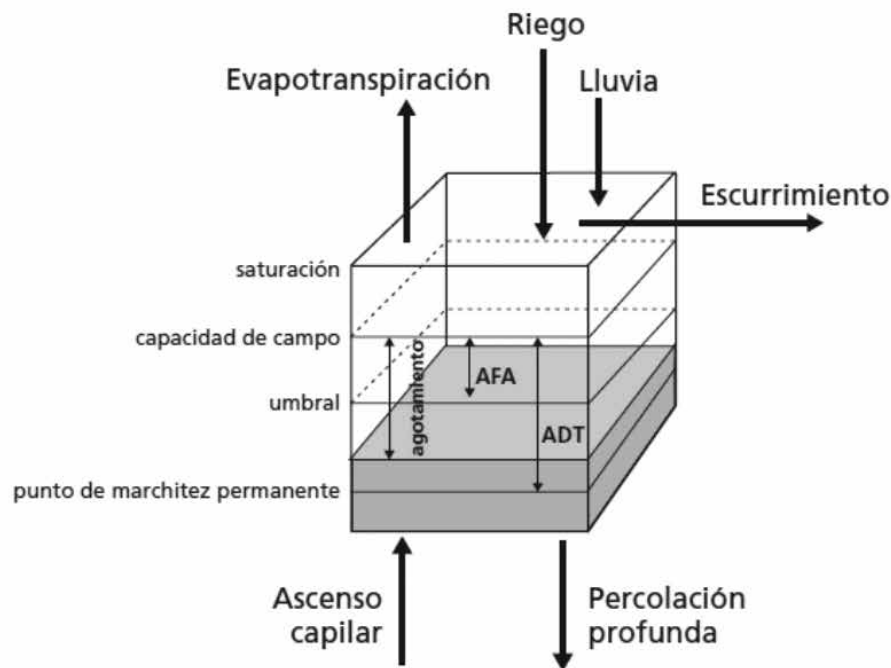


Figura 4. Balance de agua en la zona radicular. Fuente: Allen *et al.*

La caracterización de los patrones de retención hídrica del suelo [10] son útiles como punto de partida; la aproximación teórica, sin embargo, requiere ser comparada con algún tipo de técnica experimental

que permita cotejar el comportamiento teórico propuesto por el modelo de ecuaciones. Este será uno de los aspectos experimentales que se propondrán en la siguiente fase del proyecto.

Elementos convergentes de la tecnología

De las diferentes consideraciones mencionadas anteriormente podemos resumir que matemáticamente el modelamiento del comportamiento del riego está vinculado directamente con las propiedades de resistencia física de los materiales, en nuestro caso el suelo o sustrato.

El aspecto correspondiente a la nutrición de la planta es abordable desde la perspectiva de la química, los nutrientes son moléculas que se asocian a la estructura molecular del suelo y son absorbidas por la planta para que se efectúen procesos como el de fotosíntesis, respiración y transpiración.

Para trasladar la representación gráfica y registrar el modelo de exploración del suelo y los fenómenos del movimiento del agua y los nutrientes asociados, consideremos, que en cierta forma existen dos "espacios", o si lo prefiere existe un espacio físico, pero con dos representaciones.

La primera representación de nuestro espacio físico ocurre en el conjunto teórico, este es conjunto o espacio continuo donde recaen las soluciones a todas las ecuaciones y modelamientos que se han presentado hasta el momento o cualquier otra que pueda aportar una solución a los problemas de irrigación, suministro y traslado de los nutrientes a la planta.

El segundo espacio es lo que llamaremos representación virtual o computacional del espacio de, en primer lugar, se observa que este espacio virtual es un subconjunto de, esto es claro al considerar que la estructura de datos que se use para almacenar la información depende de la memoria del computador y por lo tanto es finita, razón por la cual en la declaración de una estructura tipo arreglo o lista se determina el tamaño de dicha estructura.

Una consideración importante y que debemos tomar en cuenta es que idealmente quisiéramos medir lo que ocurre en cada uno de los puntos de nuestro espacio real, es decir el suelo o sustrato, no obstante, como se ha hecho notar requerimos implementar una capa de sensores de una resolución suficiente que permita monitorear el comportamiento del modelo de riego.

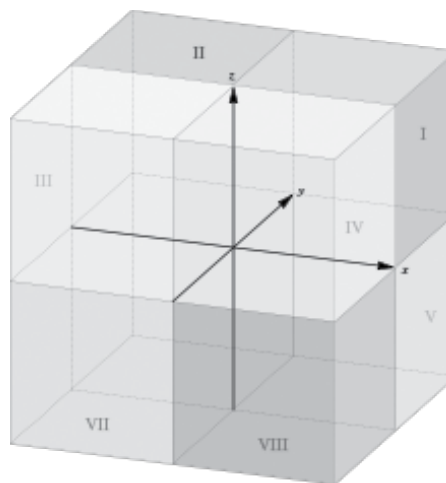


Figura 5. Representación del suelo como del espacio en R3. **Fuente:** Elaboración propia.

En este caso además para elegir una resolución también debemos considerar el tipo y tamaño de los sensores que queremos implementar, por ejemplo, los sensores de humedad más comunes para Arduino y Raspberry Pi son los FC28, dado que el voltaje de operación de este sensor es de 3-5 VDC de entrada y 0-5 VDC de salida, además de verificar la calibración de los sensores es necesario mapear correctamente cada una de las mediciones a una estructura de datos que se conformará como la base para la realización de los procesos de simulación.

Hasta este punto hemos establecido que por medio de algunos modelos y ecuaciones disponibles es posible abordar el problema del ciclo hidrológico y representar el comportamiento del riego en el suelo para que finalmente por medio de un recurso computacional se estimen trayectorias óptimas de riego acordes con las necesidades de la planta.

El siguiente aspecto que nos interesa para que nuestra maceta desarrolle capacidad de autonomía es que la maceta se encuentre en capacidad de medir. Por lo tanto, debemos considerar la necesidad de disponer del conjunto de elementos, sensores, y en general conjuntos de datos que permitan comparar el desempeño real comparado con el modelamiento teórico.

Para proceder automatizar el registro de las variables ambientales caracterizadas en las ecuaciones (1) y (2), requerimos sensores y/o conjuntos de datos que registren las variables ambientales que hemos mencionado reiteradamente, estas son:

- i. Temperatura del ambiente.
- ii. Humedad del ambiente.
- iii. Velocidad del viento.
- iv. Luz solar.

Al considerar el diseño hemos encontrado múltiples oportunidades en el uso de microarquitecturas como Arduino, Raspberry Pi, tarjetas FPGA entre otras, sin embargo, es necesario considerar también las limitaciones que tienen. Las limitaciones de estas microarquitecturas son principalmente en capacidad de memoria y limitaciones de capacidad de procesamiento.

Recordemos que nuestra maceta autónoma es un sistema diseñado alrededor de la tecnología IoT, luego, estas limitaciones nos llevan a considerar la necesidad de hacer uso de las tecnologías de computación en la nube[12] no tanto para suplir estas deficiencias, sino para buscar herramientas que permitan disponer de capacidad de comunicación con otros dispositivos o sistemas. Por lo tanto, haremos uso de canales y protocolos de comunicación que permitan transmitir los datos a un centro de cómputo por medio del cual se puedan consumir y procesar una serie de servicios cloud que permitan ampliar el conjunto de [4] características.

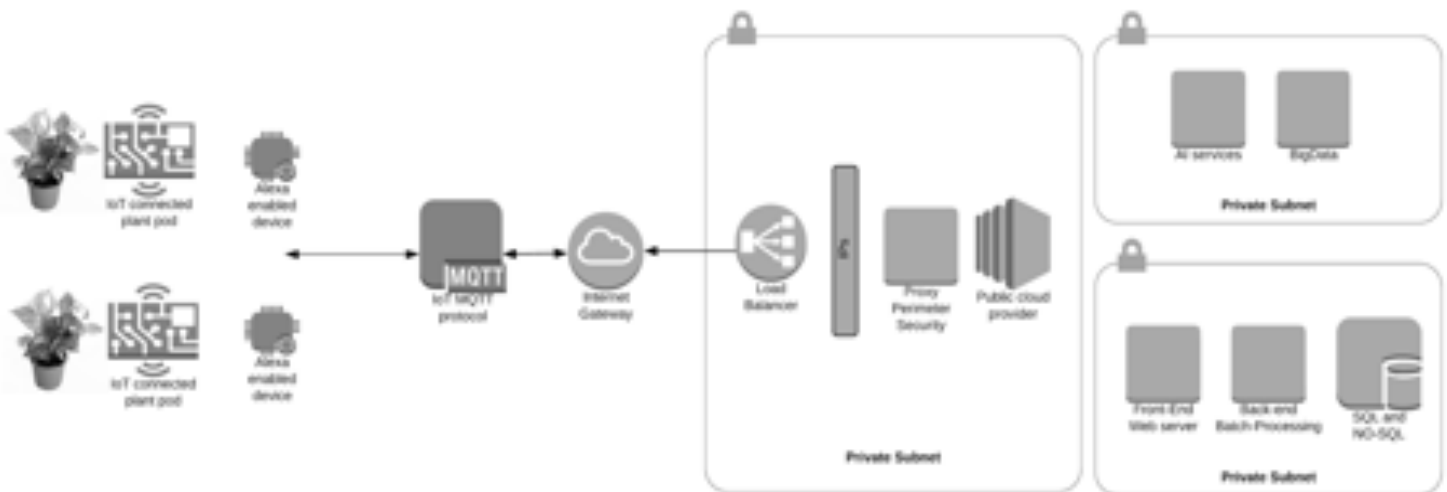


Figura 6. Comunicaciones de la maceta a servicios cloud. Fuente: Elaboración propia.

Resultados y discusión

En los aspectos experimentales del proyecto se tiene previsto someter los modelos teóricos a un proceso de validación experimental. Las pruebas tienen la finalidad de determinar que el riego cumpla con las expectativas

de que por medio del sistema físico de riego el modelo programado lleve la planta al nivel de hídrico deseable, esto es entre nivel de capacidad de campo y el punto de marchitez permanente.

Para comparar la ejecución real de la ejecución de los aspectos de riego, el tipo de sensores requerido se puede limitar a sensores de humedad del suelo, no obstante, el aspecto principal para considerar es la profundidad y distribución de los sensores; adicionalmente, tomando en cuenta que las ecuaciones que conforman los modelos de riego son principalmente ecuaciones diferenciales que se relacionan con respecto al tiempo, deberemos encontrar un método que sincronice y mida la magnitud del riego y mida su dispersión por regiones en términos diferentes momentos o tiempos.

Conclusiones

En la actualidad es posible aprovechar un conjunto de tecnologías para ofrecer mayor precisión en un sistema de maceta autónoma. La maceta, es susceptible de que se comunique, monitoree y se retroalimenta por medio de protocolos de comunicación estándar actuales como Wifi, TCP y Bluetooth. Las capacidades de las plataformas de computación en la nube son una gran oportunidad para compensar las restricciones de memoria y procesamiento de las micro arquitecturas, pero sobre todo ofrecen la posibilidad de acceder a técnicas y algoritmos complejos que se encuentran disponibles como recursos de servicios web por diferentes proveedores.

Finalmente, la posibilidad de desarrollar el modelo matemático, una capa de sensores remotamente programables y aprovechar la data y estadística generada por múltiples macetas, permiten que el concepto de maceta autónoma sea realizable.

Agradecimientos

Ing. Diana Paola Mora, instructora del programa SER, Centro agroempresarial Chía.

Referencias

- [1] G. L. Drescher, *Made-up minds: a constructivist approach to artificial intelligence*. MIT press, 1991
- [2] R. Penrosa, "Precis of the emperor's new mind: Concerning computers, minds, and the laws of physics," *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 13, no. 4, p. 643-655, 1990.
- [3] C.M. Christense and M. Overdorf, "Meeting the challenge of disruptive change", *Harvard business review*, vol. 78, no. 2, pp. 66-77, 2000.
- [4] R.R. Miks, W.C. Fonteno, and R. A. Larson, "Hydrology of horticultural substrates. ii. predicting physical properties of media in containers", *Journal of the American Society for Horticultural Science (USA)*, 1989
- [5] S. B. Schatsky, Camhi, "Internet of things (iot): Five vectors of progress in the internet of things", *Delloite insight*, 2018.
- [6] FAO, *Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación*, consultado del sitio web "<http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-9/es/>"
- [7] C. Batchelor, "The accuracy of evapotranspiration estimated with the fao modified penman equation", *Irrigation Science*, vol. 5, no. 4, pp. 223-233, 1984.
- [8] P. M. Allen, "A complex systems approach to learning in adaptive networks", *International Journal of Innovation Management*, vol. 5, no. 02, pp. 149-180, 2001.
- [9] H. E. Orsolini, E. D. Zimmermann, and P. A. Basile, "Hidrología: procesos y métodos," in *Hidrología: procesos y métodos*, Universidad Nacional de Rosario, 2000.
- [10] L. S. Pereira, J. de Juan, M. Picornell, and J. Tarjuelo, "El riego y sus tecnologías," *Albacete: CREA-UCLM*. 296 p, 2010.
- [11] L. Zotarelli, M. D. Dukes, and K. T. Morgan, "Interpretación del contenido de la humedad del suelo para determinar capacidad de campo y evitar riego excesivo en suelos arenosos utilizando sensores de humedad," *The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS)*, pp. 2-5, 2013.
- [12] M. Hori, E. Kawashima, and T. Yamazaki, "Application of cloud computing to agriculture and prospects in other fields," *Fujitsu Sci. Tech.J*, vol. 46, no. 4, pp. 446-454, 2010.

Producción de guácimo (*Guazuma ulmifolia*) deshidratado a partir de especies nativas para suplir la necesidad de extractos vegetales en el proceso panelero

Production of guacimo (Guazuma ulmifolia) dehydrated from native species to supply the need for plant extracts in the panelero process

DAVID ERNESTO ÁVILA CUBILLOS

Regional Cundinamarca
Sena CDA, Chía
Centro de Desarrollo Agroindustrial y Empresarial, Villeta
davidlac@sena.edu.co

DANIEL FELIPE ÁVILA FLÓREZ

Regional Cundinamarca
SENA, CDA, Chía
daniel.avila1254@gmail.com

MARÍA CONSUELO QUIROGA M.

Regional Cundinamarca
Sena CDAE, Villeta
mquiroga@sena.edu.co

Apoyo aprendices semillero de investigación:

Yesica Andrea Acero Gómez y
Tania Vargas Alonso

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Producción de guácimo (*Guazuma ulmifolia*) deshidratado a partir de especies nativas para suplir la necesidad de extractos vegetales en el proceso panelero

Resumen

El tallo de guácimo fue caracterizado, tomando muestras de 40 tallos de distintos árboles en plantación, contando con 4 cm de diámetro, contenido de agua en la corteza superior al 70% y 12,29% de impurezas. La corteza de guácimo se pulverizó y luego se liofilizó; el pulverizado y el liofilizado contaron con 10,13% y 3% de humedad respectivamente, cuantificado con una balanza de humedad. Se comparó el uso del floculante de manera artesanal (corteza húmeda) y con el pulverizado, se usan aproximadamente 300 g en proceso artesanal y 50 g con corteza pulverizada para 1T; la corteza pulverizada obtuvo un porcentaje de remoción de turbidez de hasta 85,83%, demostrando la utilidad del pulverizado a futuro. Un diseño experimental se realizó para determinar la interacción entre el porcentaje adicionado de floculante y la concentración del floculante, demostrando que existe interacción y el porcentaje es el que más efecto tiene sobre la turbidez final.

Palabras clave: floculantes naturales, mucílago, caña de azúcar, panela, jugo de caña.

Abstract

The guacimo stem was characterized, taking samples of 40 stems of different trees in plantation, counting with 4cm of diameter, water content in the bark superior to 70% and 12.29% of impurities. The guacimo bark was pulverized and then lyophilized, the pulverized and lyophilized had 10.13% and 3% humidity respectively, quantified with a humidity balance. The use of the flocculant was compared in its artisanal use (wet bark) and with the pulverized one, approximately 300 g is used in the artisanal process and approximately 50 g with powdered bark for 1T; the powdered bark obtained a percentage of removal of turbidity of up to 85.83%, demonstrating the usefulness of the pulverized bark in the future. An experimental design was carried out to determine the interaction between the added percentage of flocculant and the concentration of the flocculant, proving that the interaction exists, and that the percentage had the most effect on the final turbidity.

Keywords: Natural Flocculants, Mucilage, Sugarcane, Panela, Cane Juice.

Introducción

En la producción de panela se cuenta con un proceso de clarificación de jugo de caña, este proceso se facilita con el uso de floculantes, el campesino productor de panela utiliza de manera artesanal floculantes naturales usando a su disposición las plantas disponibles en la región.

Comúnmente se manejan tres tipos de plantas con la capacidad de formar mucilago, el cual es un polisacárido hidrocoloide que retiene agua debido a la presencia de grupos hidroxilos, derivado de glúcidos gelatinosos y viscosos con una gran capacidad para retener los líquidos, por ello al hidratar-se aumentan de volumen (Quezada, 2014), este es utilizado para suspender sustancias insolubles y aumentar la viscosidad; según la altura de los lugares de producción las tres plantas son: guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.), para altura entre 700 y 1.200 msnm, balso (*Heliocarpus americanus* L.) y cadillo (*Triumfetta láppula* L.), para zonas con alturas superiores a 1.400 msnm (Osorio, 2007).

En algunos sectores del país el uso de estas plantas se encuentra prohibido debido a que su uso excesivo puede llevar a la deforestación, esto obliga a algunos productores de panela a utilizar floculantes artificiales como las poliacrilamidas, las cuales pueden contener residuos del monómero acrilamida compuesto catalogado como posible carcinógeno para los humanos (grupo 2A) por la International Agency for Research on Cancer (IARC) (IARC, 2018); sin embargo en el caso del guácimo no se presenta dicho inconveniente puesto que se trata de una planta con un periodo de crecimiento que coincide con el cultivo de caña de azúcar y no se estaría deforestando, sino simplemente realizando una acción de poda junto al cultivo de caña.

El uso de floculantes naturales de manera artesanal tiene inconvenientes, el primero de ellos es que no se puede controlar una dosis óptima a usar para la

formación del floculante, otro inconveniente es que existe un posible riesgo de contaminar los jugos de caña al usarse la corteza de estas plantas y la misma puede contener hongos, bacterias, células muertas u otros agentes contaminantes.

Ante la situación presentada se realizó un proyecto de investigación con el fin de obtener el floculante natural, estandarizar el proceso extractivo de la corteza de guácimo y su procesamiento en las diversas etapas hasta su deshidratación, teniendo en cuenta que se cuenta con una bibliografía limitada del tema.

Metodología

Durante la investigación se acudió a un trapiche panelero ubicado en Tobia Cundinamarca, donde se contó con muestras de guácimo y el proceso productivo de panela. Se tomaron 40 muestras de tallo de guácimo, como muestra significativa de la plantación disponible, los tallos se cortaron alrededor de 60 cm de largo, de manera equitativa entre varios árboles de la plantación, esto por facilidad de transporte, con el fin de caracterizar los tallos con relación a sus medidas y peso. Estos tallos luego fueron cuidadosamente limados para limpiarlos de posibles contaminantes y contar únicamente con la corteza de guácimo.

Una vez adecuados los tallos, se les separa la corteza en tiras, tanto a las impurezas como a la corteza se les tomó el peso para determinar la cantidad que correspondía cada una comparada al peso total del tallo, a las tiras se les cortó en trozos de aproximadamente 2 cm para luego pasar a un molino de cuchillas en el que se obtuvo la corteza de guácimo pulverizada junto a fibras residuales, estos dos productos pasaron por un tamiz para ser separados ya que las fibras no forman parte del floculante.

La corteza pulverizada fue usada para producir el floculante, usándose una solución de una proporción 1:5 entre la corteza pulverizada y agua destilada.

La corteza pulverizada en solución pasó a un proceso de deshidratación por liofilizado, en donde se obtuvo el pulverizado deshidratado. Se tomaron medidas del porcentaje de humedad por medio de una balanza de humedad, antes y después del liofilizado.

Además, se realizó un registro del proceso artesanal de producción de panela con el fin de observar las propiedades floculantes del guácimo, se prepararon dos lotes de panela, uno sin guácimo y otro con guácimo que corresponde a procesar 300 kg y 630 kg de caña de azúcar. Midiendo durante el proceso pH y °Brix, al jugo de caña durante distintos puntos del proceso; pH y viscosidad al guácimo, en una solución 1:5, correspondientes a 200 g de guácimo en 1 L, antes de disolver la solución hasta los 20 L. La viscosidad se determinó con ayuda de un viscosímetro rotacional marca Fungilab modelo ALPHA SERIES ALPL101271; el pH con un pH-metro marca BANTE modelo 900P; los grados Brix se determinaron con un refractómetro de rango de 0-85 °Brix marca Milwaukee, modelo MA871. Todas las pruebas se realizaron a temperatura estándar de 25 °C.

Con el fin de contrastar las cantidades usadas en el proceso artesanal con la cantidad pulverizada, se realizó un diseño de experimentos 22 con 3 repeticiones, de acuerdo a la Tabla 1, tomando como variable respuesta el porcentaje de disminución de turbidez. El diseño de experimentos se realizó con especial interés en observar la interacción de los factores y facilitar futuros experimentos más amplios. Los resultados obtenidos se analizaron con el *software* IBM SPSS Statistics 24, versión de prueba. Las soluciones floculantes se obtuvieron por medio de la corteza deshidratada, en las concentraciones especificadas, en una plancha de calentamiento con agitación magnética, a 600 RPM durante 5 minutos; las muestras de jugo se tomaron directamente del proceso de producción de panela momentos antes de llegado el punto en el que se adicionó el floculante. Las pruebas se realizaron a 70 °C durante 10 minutos. Para evaluar la turbidez del jugo se utilizó turbidímetro HANNA, escala 0,00-10000 NTU.

Tabla 1. Factores y niveles diseño de experimentos. **Fuente:** Elaboración propia.

Concentración de solución (g/mL)	0,01	0,02
Porcentaje en jugo	4%	8%

Resultados

El guácimo se trata de un árbol que puede alcanzar los 15 m de altura, su tronco a la altura del pecho cuenta con un diámetro de 30-40 cm (usualmente menor, de 8 cm), presenta ramificaciones comúnmente desde la base (CONABIO).

La caracterización de los tallos de guácimo se realizó con muestras de 40 tallos, los resultados promedio se presentan en la Tabla 1, se tiene entonces que el diámetro promedio del tallo es de 4 cm, el porcentaje de impurezas presente en el tallo es alto, siendo este de 12,29%, sin embargo al observar la disminución del peso de las impurezas, siendo este del 93,18%, se observa que la mayoría se trata de agua, caso parecido al de la corteza con una disminución en peso de 72,37%, en este caso el porcentaje no es elevado, lo cual era de esperarse puesto que el peso molecular del mucílago presente en la corteza es conocido por ser elevado (superior a 200.000g/mol) (Echeverry, 2004); adicionalmente las muestras se pesaron en peso húmedo y seco.

Se aclara que fueron probados distintos métodos de secado, entre estos el secado en seco y el secado en horno, siendo el secado en seco el que obtuvo mejores resultados ya que permitió una separación de las fibras con mayor facilidad al contar con un tamaño de partícula significativamente mayor al del polvo de la corteza, en el caso del secado en horno luego del pulverizado, el tamaño de partícula entre las fibras y el polvo fue similar por lo que una separación adecuada no fue posible.

La siguiente imagen sirve de comparación visual entre dos cantidades equivalentes de corteza procesada y la cantidad de fibra que se puede separar.



Imagen 1. Fibras separables secado en horno (arriba), secado en seco (abajo). **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 2. Caracterización tallo de Guácimo.
Fuente: Elaboración propia.

Grosor corteza (húmedo) (mm)	2,29
Grosor corteza (seco) (mm)	1,08
Disminución de grosor	52,84%
Peso tallo (g)	559,1
Peso tallo sin impurezas	546,5

Grosor corteza (húmedo) (mm)	2,29
Peso impurezas (húmedo) (g)	68,732
Peso impurezas (seco) (g)	4,69
Porcentaje de impurezas	12,29%
Disminución peso impurezas	93,18%
Peso corteza (húmedo) (g)	143,3
Peso corteza (seco) (g)	39,6
Disminución peso corteza	72,37%
Peso tallo sin corteza (g)	398,5
Diámetro (cm)	4



Imagen 2. Tallos de guácimo. **Fuente:** Elaboración propia.

La corteza del tallo de guácimo se pulverizó por medio de un molino de cuchillas, en este punto del proceso se observó un mejor resultado usando corteza seca a corteza húmeda, mientras que con ambos tipos de corteza se obtiene el pulverizado, la corteza húmeda adquiere un color marrón, que probó continuar luego de la obtención del gel floculante.

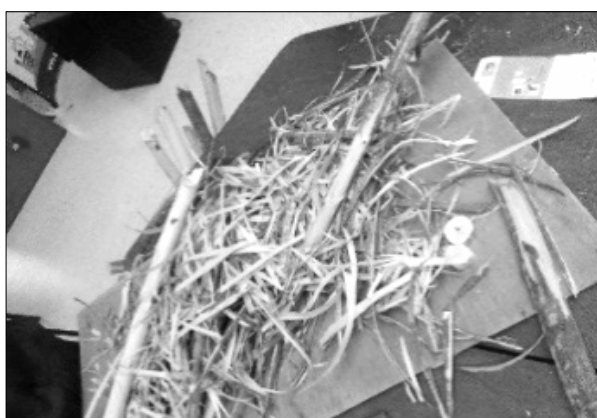


Imagen 3. Extracción de corteza.
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 4. Tamizado de corteza pulverizada y fibras de guácimo. **Fuente:** Elaboración propia.

La corteza pulverizada fue pesada en una balanza de humedad, tomando una muestra de 3 g, se obtuvo una humedad inicial de 10,13% con un tiempo de 8:30 minutos y una temperatura de 105 °C.

Debido a las dificultades para separar el gel floculante, la solución utilizada de corteza pulverizada correspondió a 5g/100 mL, concentraciones mayores han demostrado no precipitar los residuos de la corteza o a tomar demasiado tiempo para que resulte práctico, sin la implementación de otros medios de separación.

El proceso de liofilizado tomó entre 24 a 36 horas para su culminación y una vez finalizado el producto obtenido contó con una humedad del 3%. La corteza

deshidratada una vez en solución formó nuevamente el gel y conservó sus propiedades floculantes.

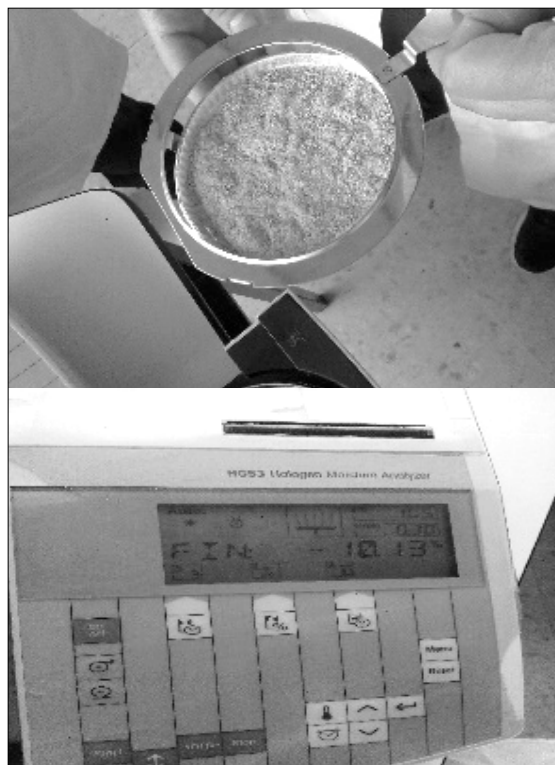


Imagen 5. Determinación del porcentaje de humedad.
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 6. Liofilizado corteza pulverizada de guácimo.
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 7. Corteza de guácimo pulverizado deshidratada.
Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente a la obtención de pulverizado de corteza de guácimo, se identificó el uso de la corteza de manera artesanal en un ingenio.

Se observó que en el ingenio la corteza era macerada brevemente y luego adicionada en baldes de agua, donde se agitaba manualmente para obtener el floculante, se obtuvo que aproximadamente 300 g de corteza fueron suficientes para 20L y estos fueron precisos para los 630 kg del lote producido con guácimo y, acorde con el operario, pudo ser suficiente para una tonelada de caña, lo cual concuerda con lo registrado por (Echeverry, 2004).

Los resultados de los parámetros medidos para el jugo en distintos puntos del proceso, se observan en la Tabla 3.

Los resultados evidenciaron que la utilización de guácimo aumentó el pH de los jugos, y por tanto fue necesaria una menor cantidad de cal para corregir su pH, adicionalmente se observó que los jugos finales, siendo estos ya miel de caña, tenían una mayor cantidad de sólidos disueltos expresados en un mayor

°Brix obtenido en comparación con los jugos clarificados con guácimo.

Se presentó una comparación visual de los jugos clarificados con la corteza de guácimo y sin la corteza, del mismo modo se presentó la comparación del producto terminado. Es evidente el efecto clarificante de la corteza.

Tabla 3. Producción de panela con y sin guácimo. **Fuente:** Elaboración propia.

Producción de panela sin guácimo			
Cantidad de caña (kg)	300	Bagacillo (kg)	1,9
Bagazo (kg)	110,45	Jugo de caña (kg)	187,65
Rendimiento de extracción	63,18%		
	Primer jugo	Segundo jugo	Tercer jugo
°Brix	15,5	16,2	83,15
pH	5	6,86	6,09
Control de pH en segundo jugo 40 g de cal en 500 mL			
Producción de panela sin guácimo			
Cantidad de caña (kg)	630	Bagacillo (kg)	2,8
Bagazo (kg)	230,145	Jugo de caña (kg)	397,055
Rendimiento de extracción	63,47%		
	Primer jugo	Segundo jugo	Tercer jugo
°Brix	17,4	17,4	72,1
pH	5,58	6,4	5,66
Control de pH en segundo jugo 31 g de cal en 1 L			

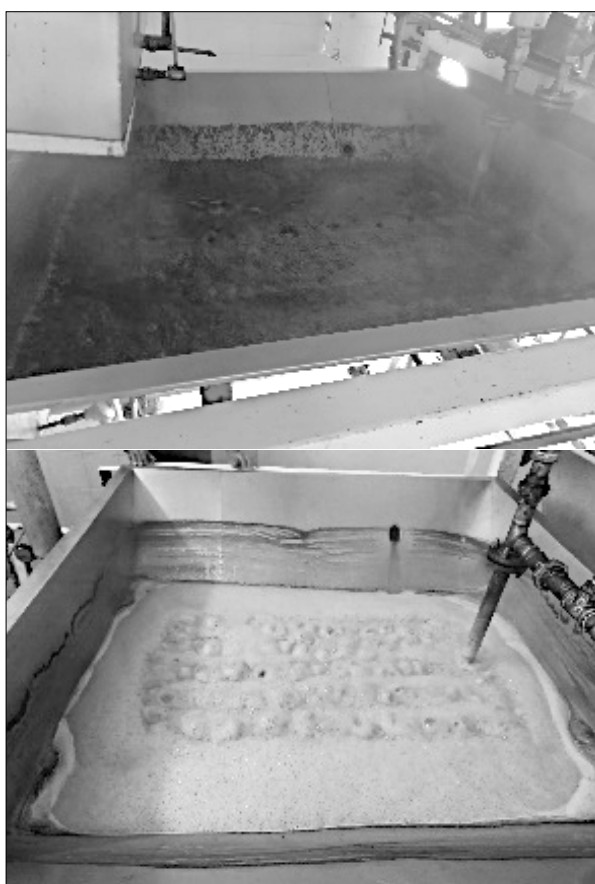


Imagen 8. Comparación de jugo sin clarificar y jugo clarificado, sin guácimo (arriba), con guácimo (abajo)

Fuente: Elaboración propia.



Imagen 9. Comparación del producto terminado, sin guácimo (arriba), con guácimo (abajo).

Fuente: Elaboración propia.

La solución utilizada para la clarificación de los jugos fue de 300 g en 20 L, sin embargo, debido a que se desea liofilizar en un futuro soluciones más concentradas, antes de llevarse a 20 L se trabajó con una solución de 300 g de corteza en 1.500 mL de agua, esta solución se pasó por un filtro de algodón para obtener únicamente el gel floculante. Los resultados obtenidos del gel se observan en la Tabla 4.

De los resultados obtenidos se observa que el mejor es el del usillo L2 a 30RPM con un porcentaje de 51,2%, cercano al 50% buscado, por tanto, el valor que se registró para la viscosidad es el de 511,29cP, siendo este un valor relativamente alto.

Tabla 4. Prueba de viscosidad y pH al floculante.

Fuente: Elaboración propia.

Mucílago	
pH	6,82

Prueba de viscosidad				
Usillo	RPM	%	cP	Max
L1	5	52,7	685,0	1299,9
L1	6	58,5	584,9	999,8
L2	20	40,5	607,4	1499,7
L2	30	45,5	454,9	999,8
L2	30	51,2	511,9	999,8
L2	50	65,4	392,3	599,9

La corteza pulverizada se probó en el trapiche como un posible producto terminado, adicionalmente se le pidió al operario que usara el pulverizado y él mismo hiciera una solución buscando la consistencia que utiliza normalmente, resultando en 50 g de corteza pulverizada en 15 L, suficientes para procesar 1 T de caña de azúcar.



Imagen 10. Solución de floculante en agitación.
Fuente: Elaboración propia.

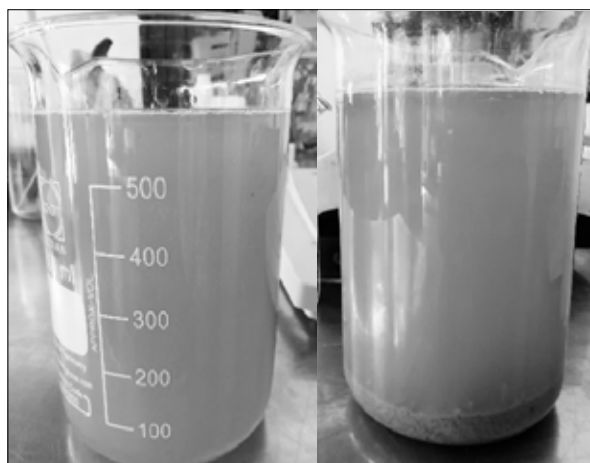


Imagen 11. Solución floculante 0.01g/mL (izquierda), 0.02g/mL (derecha). **Fuente:** Elaboración propia.

En la anterior imagen se puede observar que la solución de mayor concentración tiene una tonalidad más fuerte y una mayor cantidad de precipitado.

Se tomaron muestras en proceso y a las mismas se les adicionó el floculante acorde al diseño de experimentos, los resultados de las pruebas de turbidez se presentan en la Tabla 5. La turbidez inicial registrada fue de 1200 NTU, la reducción de turbidez se determinó por medio de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Reducción de turbidez} = \frac{(\text{Turbidez inicial} - \text{Turbidez final})}{(\text{Turbidez inicial})} * 100$$

Tabla 5. Resultados prueba de turbidez con guácimo pulverizado. **Fuente:** Elaboración propia.

Concentración de solución (g/mL)	Porcentaje en jugo	Repetición 1-3 (NTU)			Repetición 1-3 (% reducción de turbidez)		
0,01	4,00%	170	170	200	85,83%	85,83%	83,33%
0,01	8,00%	240	270	220	80,00%	77,50%	81,67%
0,02	4,00%	190	200	170	84,17%	83,33%	85,83%
0,02	8,00%	360	370	330	70,00%	69,17%	72,50%

El análisis de varianza ANOVA arrojó los siguientes resultados:

Tabla 6. Resultados ANOVA. **Fuente:** Elaboración propia.

Resumen del modelo (REDUCCIÓN)

<i>R</i>	<i>R Cuadrada</i>	<i>R Cuadrada Ajustada</i>	<i>Error estándar del Estimador</i>
.90	.82	.78	2.94

ANOVA (REDUCCIÓN)

	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>df</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F</i>	<i>Sign.</i>
Regresión	346.19	2	173.09	20.01	.000
Residual	77.86	9	8.65		
Total	424.05	11			

Coefficientes (REDUCCIÓN)

	<i>Coefficientes No Estandarizados</i>		<i>Coefficientes Estandarizados</i>	<i>t</i>	<i>Sign.</i>	<i>Intervalo de Confianza 95% para B</i>	
	<i>B</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>Beta</i>			<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
(Constant)	101.59	3.70	.00	27.45	.000	93.22	109
Concentración	-486.00	169.82	-.41	-2.86	.019	-870.16	-101-84
Porcentaje	-2.39	.42	-.81	-5.64	.000	-3.36	-1.43

De la Tabla 6 se observa un R^2 por debajo de 0.82, una significancia menor al 0.05, por lo que existe interacción entre la concentración del floculante y su porcentaje agregado al jugo.

El porcentaje de remoción de turbidez varía entre el 69,17% y el 85,83%, valores acordes a los registrados por (Rodiño, 2014), con el uso de guácimo en agua cruda, donde registró un rango de 40 a 90%.

Discusión y conclusiones

La corteza de guácimo tiene altos niveles de agua por encima del 70%, tal como se observa en la Tabla 2.

Al utilizar distintos métodos de secado, el secado en seco directamente en el tallo fue el más efectivo,

puesto que el tallo protege a la corteza de la oxidación, sin embargo, este método requiere de un gasto de tiempo elevado, dependiendo de las condiciones ambientales puede tomarle a la corteza hasta dos semanas para secarse. Por lo que se sugiere la exploración de métodos adicionales para secar la corteza.

El porcentaje de impurezas en la corteza es bastante alto, siendo este del 12,29%, se sugiere que dado caso el proceso de pulverizado de corteza de guácimo se lleve a escala industrial, se tomen medidas adicionales en el cultivo de guácimo para minimizar las impurezas.

La cantidad de corteza húmeda que se utiliza actualmente, con la cantidad de corteza seca que se utilizó para procesar cantidades cercanas a 1 T, siendo estas de 300 g y 50 g correspondientemente,

muestra una eficiencia prometedora para la corteza seca, sin embargo, se deben realizar pruebas más estrictas para determinar un rendimiento real, que tengan en cuenta las cantidades iniciales y finales de corteza húmeda y seca.

La turbidez experimenta un decremento significativo con el floculante, llegando hasta un 85,83% de reducción de turbidez, por lo que el uso de la corteza pulverizada de guácimo prueba ser una alternativa a los métodos actualmente utilizados. Adicionalmente, los resultados muestran que la creencia de que a mayor cantidad de floculante en el jugo, mayor remoción, es errónea, en realidad el de menor porcentaje en jugo (4%) fue el de mejor remoción y el de valores parecidos a los usados de manera artesanal el de menor remoción; por lo tanto es necesario realizar un nuevo diseño de experimentos a menor porcentaje en jugo para determinar un rango óptimo de operación. Así mismo, puede ser que en concentraciones altas se desperdicie parte del floculante, puesto que se observó una mayor cantidad de sedimentos con la solución de 0.02 g/mL, de los que posiblemente todavía se pueden extraer floculante.

El análisis de varianza ANOVA registra que el R^2 no es muy elevado, por lo que el modelo no es preciso, sin embargo, en el momento se intenta confirmar las concepciones que tienen los productores de panela sobre el floculante.

El análisis también muestra una significancia menor al 0.05, por lo que existe interacción entre el porcentaje y la concentración, si se observa la significancia individual de cada factor, se tiene que el factor que más influye es el del porcentaje, por lo que debe ser el factor al que se recomienda ajustar los niveles en futuros experimentos.

Referencias

- CONABIO, C. N. (s.f.). <http://www.conabio.gob.mx>. Recuperado el 1 de 11 de 2018, de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/66-sterc1m.pdf
- Echeverry, P. (2004). *Mucílago pulverizado a partir de la cáscara de cacao, una alternativa en la clarificación de jugos en la industria panelera*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- IARC, I. A. (15 de 10 de 2018). *Acrylamide - IARC Monographs*. Obtenido de <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono60-16.pdf>
- Osorio, G. (2007). Manual técnico Buenas Prácticas Agrícolas BPA y Buenas Prácticas de Manufactura BPM en la producción de caña y panela. Colombia: CORPOICA, MANA, FAO.
- Quezada, W. (2014). Clarificación del jugo de caña mediante el empleo de plantas mucilaginosas. *Sobre los derivados de la caña de azúcar*, 41-48.
- Rodiño, J. (2014). Extractos coagulantes naturales de *Hylocereus triangularis*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleifera* para el tratamiento de agua cruda del río Sinú. Colombia: Memorias del II Seminario de Ciencias Ambientales Sue-Caribe & VII Seminario Internacional de Gestión Ambiental.

La ultra congelación como método de preservación y conservación de la granadilla (*Passiflora ligularis* juss)

The Freezers as a Method of Preservation and Conservation of Granadilla (Passiflora ligularis juss)

**SHIRLED TATIANA
QUINTERO VÁSQUEZ**

**GESICOM, Centro de
Comercio y Servicios SENA**
stquintero63@misena.edu.co

**MAYRA ALEJANDRA
BONILLA GARZÓN**

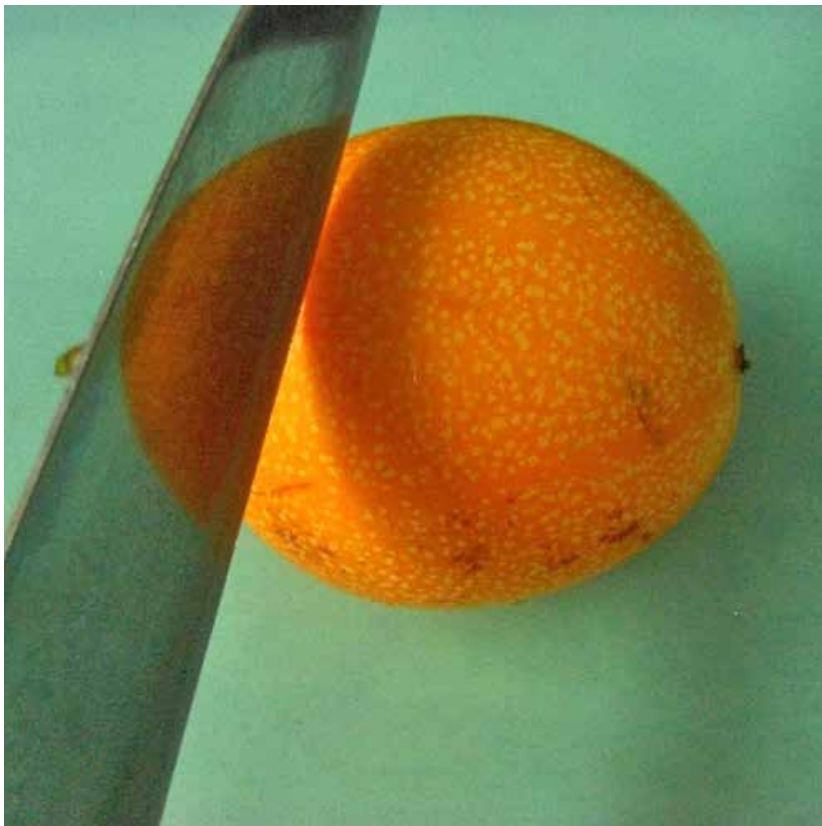
**GESICOM, Centro de
Comercio y Servicios SENA**
mabonilla302@misena.edu.co

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





La ultra congelación como método de preservación y conservación de la granadilla (*Passiflora ligularis juss*)

Resumen

Las nuevas tendencias socioculturales generan cambios en los hábitos alimenticios y nutricionales de las nuevas generaciones; estas tendencias han ido incrementando el consumo de productos hortofrutícolas transformados y sin conservantes. Por esto, las exportaciones aumentan su capacidad adaptándose tecnológica y sanitariamente a estos nuevos mercados. El objetivo de este trabajo es delimitar un método inocuo de transformación y conservación que garantice estándares de calidad como estrategia competitiva de internacionalización para los productores de granadilla del municipio de Ibagué, estableciendo un método moderno de conservación de la fruta en estudio, garantizando la conservación tanto organolépticas como físicoquímicas del producto a través de una tecnología de frío moderna para el mercado internacional.

Se realizaron pruebas físicoquímicas en laboratorio, obteniendo los siguientes resultados: el pH del producto revela características ácidas ($4,64 \pm 4,84$). La acidez titulable entre (0,4% - 0,6%) y los Brix ($15,5 \pm 16,2$); rendimiento de la pulpa entre el 45-51%; madurez del fruto entre 5 y 6. Con el fin de contribuir al desarrollo de la región en el sector hortofrutícola a través de la estandarización de procesos y métodos de conservación en la aplicación higiénico sanitaria, mediante protocolos diseñados según las necesidades de los productores.

Palabras clave: buenas prácticas de manufactura, hortofrutícola, transformación, normatividad, estandarización.

Abstract

The new sociocultural trends generate changes in the eating and nutritional habits of the new generations; these tendencies have been increasing the consumption of processed fruit and vegetable products without preservatives. Therefore, exports increase their capacity by adapting their technology and sanitary aspects to these new markets. The objective of this work is to delimit an innocuous method of transformation and conservation that guarantees quality standards as a competitive internationalization strategy for the granadilla producers of the municipality of Ibagué, establishing a modern method of conservation of the fruit under study, guaranteeing both the organoleptic and physicochemical conservation of the product through a modern cold technology for the international market.

Physicochemical tests were performed in the laboratory, obtaining the following results: the pH of the product reveals acid characteristics (4.64 ± 4.84). The titratable acidity between (0.4% - 0.6%) and the Brix (15.5 ± 16.2); pulp yield between 45-51%; fruit maturity between 5 and 6. In order to contribute to the development of the region in the fruit and vegetable sector through the standardization of processes and methods of conservation in the sanitary-hygienic application, through protocols designed according to the needs of producers.

Keywords: Good Manufacturing Practices, Fruit and Vegetable, Transformation, Normativity, Standardization.

Introducción

A medida que pasa el tiempo, la sociedad se ha ido involucrando cada vez más con el hábito de la comida saludable que se evidencia en el incremento del consumo de frutas y verduras, tendencia que se ha ido generando debido a la globalización, a hábitos de vida más saludables y a la introducción de nuevas tecnologías.

Según datos de la consultora Mintel, 50 millones de vegetarianos viven en China y el 80% de la población de la India lo son por motivos religiosos, mientras, el 10% de los adultos estadounidenses encuestados dicen seguir una dieta vegetariana. Si nos concentramos en el continente europeo, 7,7 millones de alemanes declaran ser vegetarianos y el 12% de los adultos del Reino Unido aseguran seguir una dieta vegetariana o

vegana. Un porcentaje que aumenta entre los jóvenes de entre 16 y 24 años de aquel país (20%). Según Mintel en su informe *Nutrition Insight: Vegans/Vegetarians/Flexitarians*, la adopción por parte del consumidor actual de las dietas veganas y vegetarianas va más allá de las razones éticas y responden a una necesidad concreta del consumidor que está buscando alimentos más naturales, más sostenibles y sobre todo, más saludables y en ciertos casos, libres de ciertos alérgenos como el huevo y la leche (Pérez, 2018).

De igual manera, como se evidencia en el comportamiento de los lanzamientos globales de alimentos, bebidas y suplementos observados en la Ilustración 1, se observa un incremento en el incremento de alimentos vegetarianos y de origen no animal:

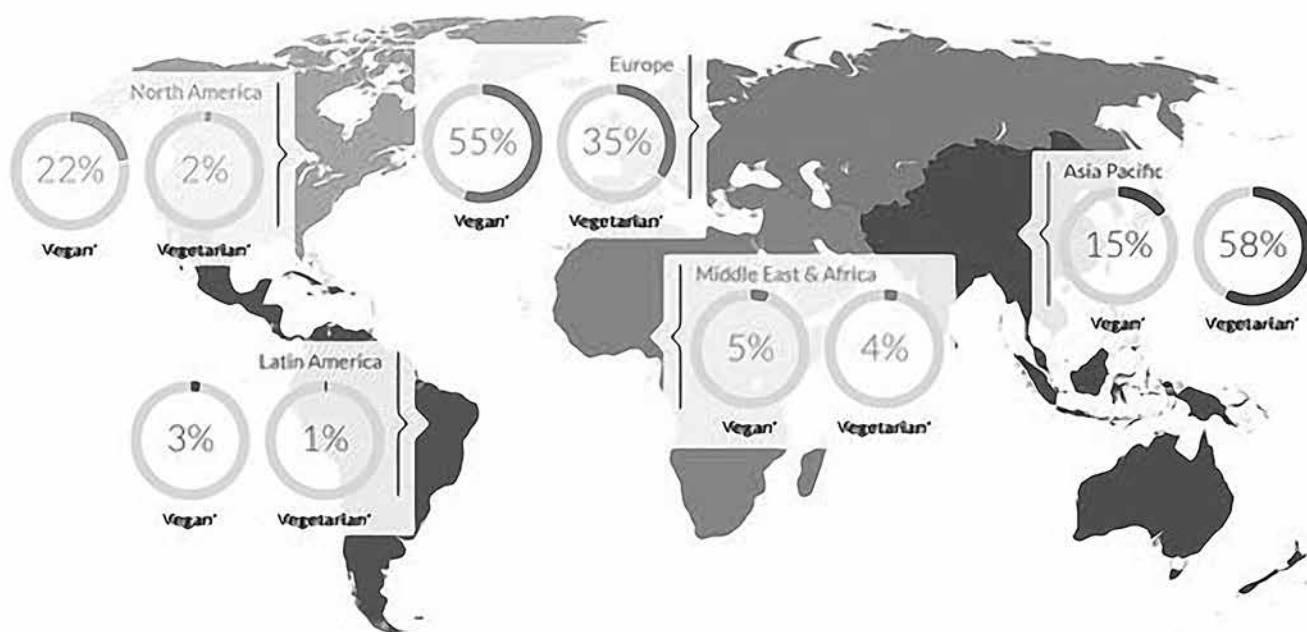


Ilustración 1. Diferencias entre alimentos veganos y vegetarianos en los lanzamientos producidos según regiones 2013 a abril de 2016. **Fuente:** Nutrition Insight. Vegans/Vegetarians/Flexitarians, junio 2016. MINTEL GNPD.

Sumado a lo anterior, otra nueva tendencia que puede ser intrínseca a los alimentos vegetarianos y veganos es la tercera gama que son los alimentos conservados por frío, es decir, por congelación o ultracongelación. En estos casos los alimentos son sometidos a un proceso de congelación en crudo, por lo que es necesaria su descongelación para cocinarlo antes de ingerirlo. En estos productos es imprescindible que no se rompa la cadena de frío, por lo que se deben transportar en condiciones isotermas y respetando las condiciones de almacenamiento y uso (Infoalimentación, 2012).

Los procesos de congelación muy rápido, más conocido como ultracongelación, someten a los alimentos a un enfriamiento brusco para exceder rápidamente la temperatura de máxima cristalización, en un tiempo menor a las 4 horas, lo que mejora la conservación de la textura y la rápida inactivación de los procesos enzimáticos utilizando como sustancia congelante al nitrógeno, anhídrido carbónico y aire, todos autorizados por la Directiva No. 98/108 de la Unión Europea, estos fluidos son suficientemente inertes para que aún en contacto directo con los alimentos no cedan componentes que puedan suponer un peligro para la salud del consumidor ni originen una modificación inaceptable en la composición del alimento o altere sus características organolépticas. La ultracongelación es una técnica innovadora de gran importancia, capaz de garantizar la completa optimización del proceso de producción y ofrece grandes ventajas al productor y consumidor, el cual puede degustar productos siempre frescos de óptimo sabor y presentación con un gran surtido de formas y gustos (Hernandez, 2009).

Se puede decir que la ultracongelación ocurre cuando el alimento ha alcanzado los -18°C en el centro térmico del mismo. Por tanto, el alimento debe ser almacenado a una temperatura igual o inferior a la misma. La conversión del agua contenida en el alimento o producto, desde el estado líquido al sólido, que tiene lugar durante el proceso de congelación, produce cambios significativos en las propiedades

de dicho alimento. Entre tales propiedades se tiene la densidad, conductividad térmica, entalpia, difusividad térmica, calor latente y calor específico; propiedades que a su vez dependen de factores de composición en los productos, contenido de humedad, temperatura y constituyentes de los mismos alimentos (García, 2017).

En este orden de ideas, la exportación de productos saludables, se ha incrementado en países con grandes capacidades agrícolas, como es el caso de Colombia, puesto que es un país rico en recursos naturales y sobre todo en frutas exóticas apetecidas por el mercado internacional.

La granadilla *Passiflora ligularis* juss es originaria de la América tropical; se cultiva desde el Norte de Argentina hasta México y se conoce con diferentes nombres: en quechua Tintin, portugués Maracuyá doce, inglés Sweet passion fruit y en alemán Susse passion frucht. Tiene una forma redonda, cuelga del pedúnculo, la cáscara es de color mostaza intenso, brillante, que envuelve numerosas semillas negras comestibles (Villamizar de Borrero, 1998). El sabor y el aroma son característicos de la fruta y su color puede variar desde el verde hasta el amarillo rojizo, dependiendo de su estado de madurez.

La granadilla se cultiva en Colombia entre las 1.400 y los 2.200 msnm, con temperatura promedio de $14-22^{\circ}\text{C}$ y HR 70%, bajo una pluviosidad de 1.500 a 1.800 mm de precipitación al año, en suelos de textura franco-arenosa con una profundidad mínima efectiva de 60 cm y un pH de 6.5, vendida y cultivada comercialmente en regiones de Antioquia, Caldas, Valle del Cauca, Tolima, Huila, Cundinamarca, Boyacá y Cauca (Rodríguez, Hurtado, & Prager, 1995).

El nuevo mercado cambia adaptando nuevas tecnologías de gama 3 que nos permitan asegurar un mercado internacional de manera rápida y segura. Descrito en el estudio sobre la "Capacidad y potencial exportador de la uchuva, gulupa, granadilla y pithaya en Colombia: 2012-2016", Colombia demuestra un alto nivel de exportación de frutas exóticas como

la granadilla, aplicando técnicas de procesamiento y preservación novedosas, como la Ultra-congelación (López & Rodríguez, 2017). Lo que convierte en objeto de estudio y desarrollo, procesando y aprovechando sus cualidades organolépticas y nutricionales como lo determina en su estudio sobre la "Determinación del potencial nutritivo y nutracéutico de dos eco tipos de uvilla y granadilla" (Medina, 2006).

Debido al nulo aprovechamiento de transformación de la granadilla producida en la región (Cañón del Combeima; ubicada a 1285 msnm) se busca presentar una propuesta técnica alternativa para fomentar el desarrollo agroindustrial generando un valor agregado para los productores de granadilla; la aplicación de tecnologías emergentes (ultra congelación) resuelve el problema de aprovechamiento de la granadilla para la industrialización.

Materiales y métodos

Localización

La investigación se desarrolló en las instalaciones del SENA Centro de Comercio y Servicios, en la ciudad de Ibagué, tomando como referencia los cultivos de la agremiación de granadilleros del Cañón del Combeima (Pecosa) ubicada a 1400-4200 msnm con una temperatura promedio de 18°C y una humedad relativa 67%.

Tipo de investigación

Descriptiva debido a que es un método científico que implica observar y describir el comportamiento de los sujetos sin tener influencia en él y propositiva ya que se dispone a utilizar un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales en donde se establece un método de transformación y conservación de la granadilla.

El presente artículo está enfocado en la estandarización de un proceso de transformación y conservación de granadilla con el fin de generar valor agregado ideal para potencializar el desarrollo comercial y agroindustrial del sector, donde se procede a realizar una serie de fases.

Fase 1. Revisión bibliográfica

La presente revisión se llevó a cabo en artículos científicos de revistas Elsevier, académica y virtual; como también revisión de tesis de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador). La normatividad colombiana de Icontec, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; y por último repositorios de la universidad de La Salle, Uniagraria e ICTA.

Fase 2. Transformación de la fruta a nivel piloto

Recepción de materia prima

En esta estación se realiza la inspección organoléptica de la materia prima en donde se decide la introducción de la materia prima a la planta de producción o el rechazo de la misma. Las características organolépticas se definen como todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color o temperatura (Montes, 2012).

Los criterios fisicoquímicos establecidos para la aceptación de la granadilla según (ICONTEC, 1997) son los siguientes:

- **Brix:** entre 13 y 16°
- **PH:** entre 4 y 5
- **Acidez Titulable:** entre 0,4% - 0,6%
- **Madurez del fruto:** entre 5 y 6

Lavado y desinfección

Es aquí donde se procede a realizar el saneamiento de la fruta aceptada, se inicia sumergiendo la fruta en una solución detergente, posteriormente se realiza un enjuague para llevar la fruta a la solución desinfectante y finalizar con otro enjuague verificando que no queden residuos químicos.

Los químicos a utilizar según información proporcionada por el proveedor de los mismos, se observa en Tabla 1.

Tabla 1. Concentraciones. Fuente: Los autores basados en datos suministrados por la empresa Diversey.

Tipo de producto	Características	Tiempo de contacto	Concentración	
			Agua (litros)	Producto (ml)
ULC	Detergente multipropósito	3 a 5 minutos	1 litro	30 ml

Pelado

Luego del proceso de limpieza y desinfección, se procede con el pelado de la fruta, lo cual consiste en cortar por la mitad o corte ecuatorial como se muestra

en las imágenes, abrir y sacar la pulpa como se observa en Ilustración 2.

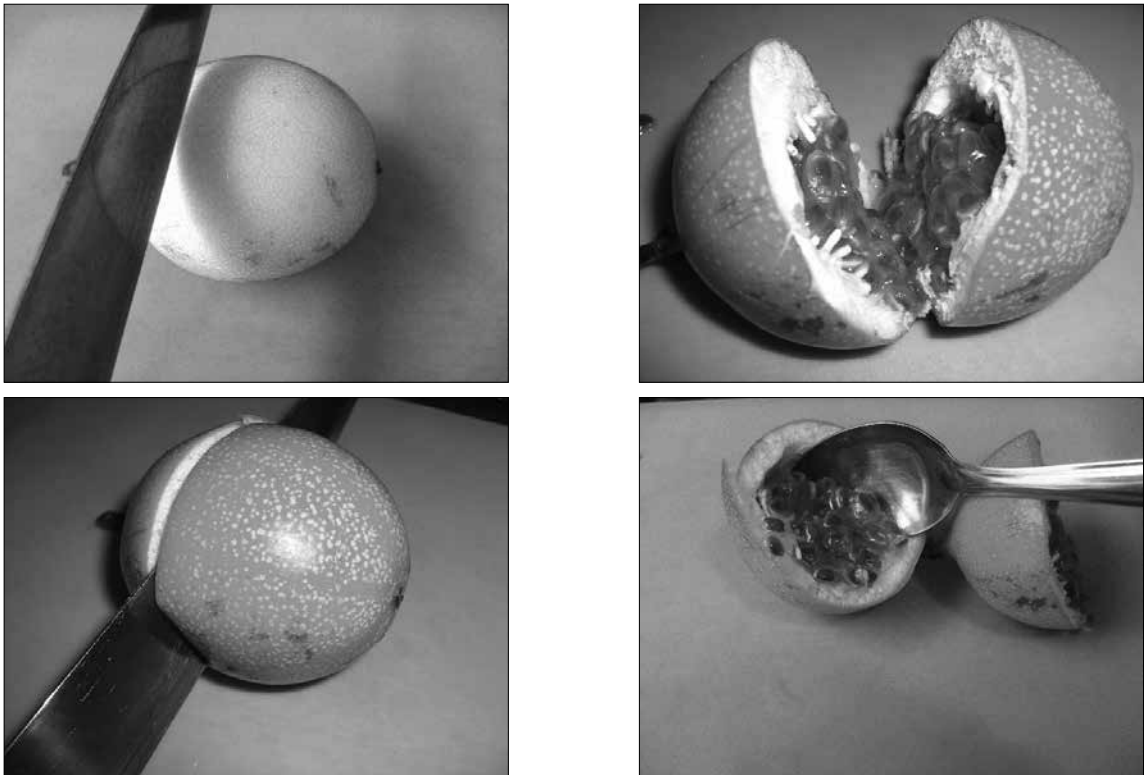


Ilustración 2. Pelado. Fuente: Elaboración propia.

Despulpado

En esta etapa, se introduce la pulpa entera compuesta por la pulpa y las semillas dentro de la despulpadora, equipo que realiza la respectiva separación.

Empaque

La pulpa pura es introducida en la tolva de la empacadora para ser dosificada en bolsas de poliamida-polietileno de alta densidad calibre 70 micras, selladas.

Ultra congelación

Esta etapa consta de tres ciclos, una donde la pulpa baja la temperatura hasta los 3 °C, posteriormente pasa a los -3 °C y finalmente llega a los -18 °C.

Almacenamiento en congelación

Este proceso consiste en almacenar el producto que sale de ultra congelación a temperaturas comprendidas entre -18 °C y -20 °C para conservar las características organolépticas conferidas durante la ultra congelación.

Fase 3. Desarrollo de pruebas fisicoquímicas

Tabla 2. Características fisicoquímicas. **Fuente:** Elaboración propia.

Características fisicoquímicas				
pH	Acidez	°Brix	Rendimiento de la pulpa	Madurez del fruto
4,64 - 4,84	0,4% - 0,6%	15,5-16,2	46-50%;	5-6

Físicos

Tabla 3. Componentes de la caracterización física del fruto en granadilla. **Fuente:** Elaboración propia.

Análisis físico	Granadilla
Peso(g)	124,62
Diámetro ecuatorial en (mm)	67,67
Diámetro longitudinal (mm)	78,58
Número de semillas	266

Químicos

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos evaluados en frutos de granadilla cosechados en grados de madurez comercial. **Fuente:** Elaboración propia.

Análisis químico	Granadilla
pH	4,64
Solidos solubles (°Brix)	16.0
Acidez titulable (como ácido cítrico)	0,47
Relación grados Brix/ acidez titulable	34

Para el caso de granadilla, la relación de madurez encontrada coincide con la norma NTC 4101 (ICONTEC, 1994). El número de semillas tanto en el fruto de granadilla como en el de gulupa no parece tener relación con el tamaño del fruto, lo cual difiere de otras frutas, pero sí con el grosor de la corteza, para el caso de la granadilla y en la forma esférica de la gulupa.

Fase 4. Proceso de conservación y preservación

Conservación

La ultra-congelación es una de las alternativas utilizadas por pertenecer a las tecnologías emergentes que mejor conservación brinda al producto formando estructuras micro-cristalinas en el tejido celular de los alimentos, lo cual proporciona una adecuada descongelación sin cambios en el volumen y sin pérdidas de agua reducidas; de esta manera se conservan en mayor medida el contenido nutricional, vitaminas y minerales durante los procesos de congelación y descongelación. (Buelvas, Castro & Avendaño, 2015). Por tanto, los alimentos al ser descongelados mantienen sus propiedades muy similares a los alimentos iniciales.

El proceso se completa una vez lograda la estabilización térmica del alimento a -18°C o inferior. El producto, una vez congelado se deberá mantener en cámaras a bajas temperaturas, lo más bajas posible, pudiendo llegar hasta los -35 °C (Moratò, 2009). Cuanto más baja sea la temperatura de almacenamiento más larga será la vida útil del producto congelado.

Preservación

El almacenamiento en frío con temperaturas para la conservación de los frutos de granadilla en refrigeración, presentan un buen comportamiento en rangos entre 6-7 °C, alcanzándose hasta 20 días de conservación; por el contrario, en temperaturas de maduración a 18 °C, el máximo climatérico de respiración se aumenta en un 50% y el tiempo de conservación se reduce en la misma proporción (Asofrucol, 2009).

Resultados y discusión

En esta investigación se obtuvieron resultados de nivel científico y práctico.

Siendo así, los resultados a nivel científico son los procesos que se dieron de inclusión a proyectos de investigación mediante la participación de instructores, aprendices, semilleros e investigadores de diversas ponencias y proyectos de formación.

A nivel práctico los resultados fueron basados a través de la estandarización de un método de tecnología emergente conocido como la ultra congelación, que es generada mediante la transformación para la conservación del producto como sus características fisicoquímicas en grados °Brix su rango se encuentra entre 13-16°; su pH entre 4 y 5; Acidez titulable entre 0,4 y 0,6%; un rendimiento de pulpa mayor al 40% con un nivel de madurez entre 5 y 6 y que a su vez garantizará los estándares de calidad necesarios para la exportación de la granadilla como materia prima transformada en pulpa.

Conclusiones

Al finalizar se buscó apoyar el desarrollo socioeconómico y cultural del municipio de Ibagué principalmente en el sector hortofrutícola mediante la implementación de tecnologías emergentes como lo es la ultra congelación y a su vez realizar la estandarización de procesos de transformación y conservación mediante protocolos estructurados generando el aprendizaje de normatividad en el ámbito de transformación y buenas prácticas de manufactura para los productores de granadilla de la zona rural de Ibagué, propiciando así un cambio cultural y económico a través de nuevas alternativas de manufactura que aporten al desarrollo industrial de la región.

Agradecimientos

Al Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, al grupo de Investigaciones SENNOVA y al semillero de investigaciones GESICOM por el apoyo y motivación a la investigación.

Referencias

- Asofrucol (2009). *Guía ambiental hortofrutícola de Colombia*. Asofrucol.
- Buelvas, G., Castro, M., & Avendaño, M. (2015). *Efecto de la ultra-congelación, el escaldado y la pasteurización sobre la calidad sensorial de la pulpa de mango hilacha*. Universidad Nacional de Colombia.
- García, R. J. (2017). Diseño de una estrategia de control difuso aplicado al proceso de ultracongelación de alimentos. *Revista Chilena de Ingeniería*, (3).
- Hernández, L. H. (2009). *Efectividad de la ultracongelación para el control de la melanosis en cola de langosta *Panulirus argus**. La Habana, Cuba.
- ICONTEC (1994). *NTC 4101*. ICONTEC.
- ICONTEC (1997). *Norma técnica colombiana NTC 4101*. Bogotá, Colombia.
- Infoalimentación, R. (2012). *Infoalimentación.com*. Obtenido de http://www.infoalimentacion.com/documentos/l_gama_V_gama.htm
- López, D., & Rodríguez, I. (2017). *Capacidad y potencial exportador de la uchuva, gulupa, granadilla y pitaya en Colombia*. Universidad del Rosario.
- Medina, G. (2006). *Determinación del potencial nutritivo y nutraceutico de dos ecotipos de uvilla y granadilla*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Montes, M. F. (2012). *Ciencia, tecnología e industria de alimentos*. Cartagena: Grupo Latino Editores.
- Morato, N. (2009). *Ultracongelación. Seguridad alimentaria*.
- Pérez, B. (2018). *Ainia soluciones tecnológicas*. Obtenido de <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/vegetales-tendencia-nuevos-productos/>
- Rodríguez, G. A., Hurtado, M. & Prager (1995). *Inoculación de granadilla*. Acta Agronómica.
- Villamizar de Borrero, F. (1998). La granadilla, su caracterización física y comportamiento poscosecha. *Ingeniería Agrícola*.

Estimulación de la germinación de espinaca (*Spinacia oleracea*) a través de electromagnetismo

*Stimulation of Spinach Germination
(Spinacia oleracea) Through Electromagnetism*

JOHAN JAIR PORRAS HERNÁNDEZ

Aprendiz Técnico en implementación y mantenimiento de equipos electrónicos industriales SENA - Centro Agroturístico, Semillero Biomeca, Grupo GITIP-MB
jjporras80@misena.edu.co

ARGENIS DEL ROCÍO TORRES MANTILLA

Instructora, Área Agrícola, SENA
Centro Agroturístico, Semillero
Sipteca, Grupo GITIP-MB
artorresm@sena.edu.co

DAHIL AMANDA PERDOMO PERDOMO

Aprendiz Técnico en implementación y mantenimiento de equipos electrónicos industriales SENA - Centro Agroturístico, Semillero Biomeca, Grupo GITIP-MB
daperdomo@misena.edu.co

OCTAVIO ROBERTO VILLANUEVA GUZMÁN

Investigador, Líder Semillero Biomeca
SENA - Centro Agroturístico, Semillero
Biomeca, Grupo GITIP-MB
octaviovilla@misena.edu.co

SANTOS ALFONSO AGREDO

Aprendiz Técnico en implementación y mantenimiento de equipos electrónicos industriales SENA - Centro Agroturístico, Semillero Biomeca, Grupo GITIP-MB
saagredo5@misena.edu.co

OMAR LEONARDO PEÑA GALVIS

Gestor Tecnoparque Nodo Socorro
línea electrónica y telecomunicaciones
SENA - Centro Agroturístico Grupo GITIP-MB
openag@sena.edu.co

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Estimulación de la germinación de espinaca (*spinacia oleracea*) a través de electromagnetismo

Resumen

Debido a la creciente demanda de alimentos se hace necesario optimizar los procesos de desarrollo de las plantas. En efecto, la germinación es uno de los pasos más complejos para producir eficientemente hortalizas; en este caso espinaca. Este proyecto investiga sobre la germinación en corto plazo de semillas vegetales, como herramienta facilitadora por medio del electromagnetismo. Este artículo explica, desde el punto de vista eléctrico, la creación de una bobina que genere un campo electromagnético, para aumentar el porcentaje de germinación de las semillas de espinaca, que habitualmente es de 75% (Ayala, *et. al.*, 2004), y la velocidad de germinación de 7 y 15 días sin la utilización de este tipo de elementos eléctricos (Serratos, 2012). Su ejecución estuvo a cargo de los aprendices del técnico en implementación y mantenimiento de equipos electrónicos industriales del municipio del Socorro, con acompañamiento de instructores especialistas en las áreas agropecuaria y electrónica, pertenecientes al Centro Agroturístico, SENA.

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto es el estudio de casos con enfoque cualitativo, experimentando para la elaboración de la bobina, identificando los elementos y conocimientos electrónicos para mostrar las siguientes pautas: Identificación de elementos en la manipulación y montaje de la bobina, elaboración y medición práctica de las bobinas y montaje del Gaussímetro. Para ello, se consultaron las fórmulas para analizar el número de espiras. Seguidamente se comparó la inductancia de la bobina con un medidor de inductancia de acuerdo con la fórmula de Wheeler (Domínguez, 2017). De acuerdo a la medición del campo magnético que irradiaba cada bobina se hacían mejoras en cada experimento, hasta encontrar una bobina con un campo magnético adecuado para la germinación de las semillas.

Palabras clave: germinación de semillas, bobina, electromagnetismo, Gaussímetro, electrónica, espinaca.

Abstract

Due to the growing demand for food it's been necessary to optimize the development processes of the plants. In effect, germination is one of the most complex steps to efficiently produce vegetables; in this case spinach. This project investigates the short-term germination of plant seeds, as a facilitator tool through electromagnetism. This article explains, from the electrical point of view, the creation of a coil that generates an electromagnetic field, to increase the percentage of germination of spinach seeds, which is usually 75% (Ayala, *et. al.*, 2004), and the germination speed of 7 and 15 days without the use of this type of electrical elements (Serratos, 2012). Its execution was in charge of the apprentices of the technician in implementation and maintenance of industrial electronic equipment of the municipality of Socorro, with the accompaniment of instructors specialized in the agricultural and electronic areas, belonging to the Agrotourism Center, SENA.

The methodology used for the development of the project is the study of cases with qualitative approach, experimenting for the elaboration of the coil, identifying the elements and electronic knowledge to show the following guidelines: Identification of elements in the handling and assembly of the coil, elaboration and practical measurement of the coils and assembly of the Gauss Meter. For this, the formulas used to analyze the number of turns were consulted. Next, the inductance of the coil was compared with an inductance meter according to Wheeler's formula (Domínguez, 2017). According to the measurement of the magnetic field that radiated each coil, improvements were made in each experiment, until finding a coil with a magnetic field suitable for the germination of the seeds.

Keywords: Germination of Seeds, Coil, Electromagnetism, Gauss Meter, Electronics, Spinach.

Introducción

Los cambios ambientales, el desarrollo de tecnologías nuevas, las necesidades culturales, políticas y socioeconómicas en el desarrollo de la vida actual, exigen cambios urgentes tendientes a mejorar la calidad de vida del ser humano como la necesidad de implementar sistemas de producción en la agricultura, más rápidos, de buena calidad que proporcionen el requerimiento en la demanda de ellos en el mercado colombiano y porque no en el internacional.

Una de las técnicas que puede mejorar la velocidad de germinación, es la estimulación semillas por electromagnetismo, que involucra fenómenos eléctricos y magnéticos para activar el desarrollo de la semilla en dormancia, por condiciones innatas o ambientales de las semillas (Vashisth & Nagarajan. 2010).

La espinaca, es una hortaliza, rica en minerales y vitaminas, puede favorecer la salud corporal, que al consumirse beneficia en efectos anticancerígenos (Lelyen, 2018). También está involucrada en los proyectos de seguridad alimenticia de comunidades rurales, creando huertas, que conllevan a: educación ecológica, producción orgánica, aprovechamiento de espacios, bienestar social, calidad de vida, cambio climático, actividad micro empresarial, y concientización en manejo de residuos. (PNUD, 2011).

Por lo tanto, el equipo implicado para esta investigación, se colocó a la tarea de desarrollar desde el punto de vista eléctrico, una bobina práctica y útil que pueda implementarse a la técnica de estimulación electromagnética, para iniciar un proceso innovador en la producción de esta planta en las provincias Comunera y de Guanenta del departamento de Santander y así mejorar los sistemas productivos que involucran la laboranza para una agricultura sostenible.

Antecedentes

Germinación de semillas de ají (*Capsicum sinense*) estimuladas electromagnéticamente

En el país se han hecho estudios en electromagnetismo en el Valle de Cauca, la Universidad del Valle, con el objetivo de estudiar el uso de la aplicación de campos electromagnéticos en semillas de ají, variedad Limo Rojo, evaluando el tiempo y porcentaje de germinación de las semillas, utilizando bobinas para generar campos electromagnéticos continuos (DC) y alternos (AC) a intensidades de 30 y 60 militeslas (mT) y tiempos de exposición de las semillas de 30, 60 y 120 min.

Se encontró que al incrementar la intensidad y el tiempo de exposición al campo electromagnético, se redujo el tiempo de germinación. Con relación al porcentaje de germinación final, no encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Concluyendo en su investigación, los campos electromagnéticos tuvieron efecto en el tiempo de germinación mas no en el porcentaje de germinación de semillas de ají. Este estudio es de gran importancia para guiarnos en la investigación que vamos abordar porque pretendemos incrementar el porcentaje y la velocidad de germinación de las semillas de espinaca (Jiménez, Méndez, Daza, & Zuñiga, 2013).

Efecto de campos magnéticos en la germinación de semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

En Bogotá, la Universidad Nacional con el propósito de desarrollar nuevas tecnologías que contribuyan al mejoramiento de la germinación, implementaron este proyecto en el año 2008, este trabajo examinó el efecto de campos magnéticos con intensidades de 5 mT y de 10 mT sobre la germinación de semillas de arroz (*Oryza*

sativa L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Igualmente se estudió el incremento de biomasa en plántulas de las mismas especies. Semillas de *O. sativa* y *L. esculentum* fueron expuestas a los campos magnéticos durante periodos de tiempo de 1, 10, 20 y 60 min, 24 y 48 h. En las semillas de *S. lycopersicum* el tiempo de exposición de 10 min mostró efectos positivos respecto al testigo. Las plántulas de *S. lycopersicum* presentaron un incremento más rápido de biomasa (longitud y peso). (Torres, Díaz & Cabal, 2008).

Campo magnético variable en semillas de brócoli (*Brassica oleracea* L.) bajo una perspectiva sistémica transdisciplinaria

En México en el instituto Politécnico Nacional en el año 2014 se realizó este proyecto; El propósito del proyecto fue mejorar la calidad fisiológica de semillas de brócoli con el uso de estimulación en pre siembra en campos magnéticos variables. En los resultados que encontraron pudieron observar que la mejor respuesta a la bio estimulación aplicada fue a menor nivel de inducción electromagnética de (0.42 mT). En la investigación también lograron observar inhibición total de la germinación mediante los tratamientos de 17 y 55 mT por 10 min y 7.5 min respectivamente. Al comparar estos tres estudios vemos que son diversas las intensidades que se utilizaron en el primer estudio de 30 mT y 60 mT y en el segundo estudio de 5 mT a 10 mT, y el tercero que es de 0.42 mT (Rico, 2014).

Definición del problema

La germinación es uno de los procesos en que varias investigaciones han fundamentado su objeto de estudio como método de desarrollo para producir eficientemente cultivos para la demanda actual de alimentos, para ello proponen iniciativas estratégicas que fortalezcan el cultivo de la espinaca en el crecimiento acelerado de germinación de estas semillas.

El fenómeno que se pretende abordar es el bajo porcentaje de crecimiento y velocidad de germinación en el contexto de las provincias Comunera y de Guanenta del departamento de Santander, como una innovación agrícola en la región, con desconocimiento de la técnica de estimulación de la germinación de semillas de espinaca a través de electromagnetismo que dará solución al bajo porcentaje y velocidad de germinación en el contexto de la provincia comunera del departamento de Santander como una innovación agrícola en la región.

Considerando las limitantes del problema para esta investigación, se reflexiona: ¿Cómo hacer una bobina apropiada para estimular la germinación de semillas de espinaca (*Spinacia oleracea*)?

Al determinar un proceso de germinación corto sobre la espinaca, se puede pensar en otras alternativas de comercio y de poder adquisitivo en fuentes económicas para nuestro país, de ahí la necesidad implementar el cultivo de esta hortaliza por medios electromagnéticos, acompañado de manejo de extensos cultivos aprovechando al máximo la nutrición vegetal, densidades de siembra y tecnologías aplicadas, satisfaciendo la demanda nacional y acercarnos al mercado mundial, para evitar así la importación del producto dando oportunidad para que el pequeño agricultor, tenga opciones de trabajo y mejore su calidad de vida.

Descripción de objetivos

Objetivo general

Elaborar una bobina eficiente para optimizar el porcentaje de crecimiento y velocidad de germinación de la semilla de espinaca.

Objetivos específicos

Implementar una bobina funcional de acuerdo con la variación de inducción electromagnética necesaria

para los porcentajes de velocidad en la germinación de las semillas, consultados en los antecedentes.

Experimentar sobre diferentes prototipos de bobina.

Estado del arte

Los estudios de germinación de semillas expuestas en el artículo denotan un bajo crecimiento en las semillas de arroz, aji y brócoli y se realizan procesos que utilizan el electromagnetismo para aumentar los tiempos de las semillas mencionadas, por lo tanto las investigaciones anteriores han hecho énfasis en la temporización de diferentes campos electromagnéticos mostrando algunos favorables (Jiménez, *et. al.*, 2013). (Torres, Díaz, & Cabal, 2008). (Rico, 2014). Dentro del contexto de la espinaca, se denota su crecimiento dentro de diez a quince días (Rodríguez, *et. al.*, 2008). Y su facilidad de cosechamiento hace que tome como parte central de la experimentación del proyecto (Tecnoagro, 2010), análogamente a esto los principales productores se encuentran en Asia, Europa y Norteamérica; Colombia considera esta hortaliza como un producto con potencial para exportar, pero no existe un registro que exista una cadena productiva (Domínguez, *et. al.*, 2010), por lo tanto al realizar esta investigación en el departamento de Santander en el marco de Cobertura del Centro Agroturístico SENA, se aporta para que los aprendices y productores de la región, utilicen los datos recogidos en sus procedimientos de siembra.

Por otro lado un campo magnético superior al campo magnético de la tierra sobre una semilla afectada, hace que germine con mayor intensidad (Shimazaki & Shizuoka, 1986) aunque los factores como la humedad y régimen del tratamiento puede afectar su germinación (Torres, *et. al.*, 2008). Por lo tanto se debe tener en cuenta la variación del campo magnético que proponen los antecedentes, para la creación de la bobina funcional para proporcionar un mejoramiento en su sistema de germinación.

Marco teórico

Mediante el presente proyecto, se dar a conocer y se quiere experimentar con el electromagnetismo producido por la bobina para lograr que la semilla de espinaca se estimule más rápido y se produzca una germinación en más corto tiempo de lo normal, de acuerdo con (Shimazaki & Shikuoka, 1986), (como se citó en (Torres, *et. al.*, 2008), "las semillas afectadas por campos magnéticos germinan con mayor intensidad" por lo tanto, es beneficioso para el cultivador, el comercio y la demanda del producto agrícola que el mercado exige; dando así la oportunidad a los estudiantes de crecer como técnicos en el aprendizaje de la electrónica, en la determinación de este proyecto se tiene la limitante económica, ya que exige inversiones de materiales costosas y abundante, dificultando la elaboración de las bobinas para la experimentación en la producción del electromagnetismo".

Para la identificación de elementos eléctricos y electrónicos dentro de la conceptualización de proyecto, se proporciona las siguientes partes para la comprensión y su aplicabilidad en la línea metodológica.

Identificación de elementos

En este apartado se realiza una descripción de los elementos que integran el proyecto de acuerdo a su ensamble, para la elaboración de la bobina y del Gaussímetro.

Gaussímetro: para Barco y Rojas, (2004), "es un dispositivo que mide la intensidad del campo magnético constante, producido por corrientes continuas y alternas como ejemplo se menciona el campo magnético generado por transformadores e imanes". "Su punto principal es el sensor de efecto hall (A1302), un circuito integrado que amplifica las señales dadas por el campo magnético y las traduce en variaciones de voltaje" (Allegro, 2018).

Arduino: es una tarjeta impresa que utiliza un microcontrolador, específicamente un ATMELE. Un

microcontrolador es un circuito integrado (podríamos hablar de un microchip) en el cual se pueden grabar instrucciones. Su conexión es USB y su comunicación es Serial hacia la computadora. Para este proyecto las instrucciones que debe cumplir son la interpretación de señales del sensor de efecto hall (A1032) con la ejecución de instrucciones que dan respuesta en la pantalla LCD 16 x 2 del Gaussimetro (García, 2015).

Pantalla LCD 16x2: La pantalla de cristal líquido es un dispositivo empleado para la visualización de contenidos, mediante caracteres, símbolos, su término 16 x 2 se refiere a 2 filas de 16 caracteres cada una. (Portilla, 2015) Con este dispositivo se observa los resultados generados por el Gaussimetro.

Trimmer: son utilizados para ajustes de precisión en circuitos donde se requiere modificar ciertos parámetros (García, 2016,) es el adecuado para calibrar el rango de detección Gaussimetro, mostrando su estabilidad en la pantalla LCD 16x2.

Medidor de Bobinas Esr: es un instrumento de medición electrónico, para medir valores de resistencias bajos, capacitancias e inductancias, con algunas identificaciones de transistores, dando parámetros exactos, en su pantalla LCD. (Parker, 2014) Dentro del proyecto se utiliza para medir la inductancia e las bobinas que se hacen en el estudio de casos.

Fuente variable: es la encargada de variar el voltaje según las necesidades que cada circuito, convierte la corriente alterna que se encuentra en los tomacorrientes a directa, es uno de los principales equipos del laboratorio de electrónica, reemplaza el uso de baterías en proyectos de larga duración Adecuada para no quemar ninguna bobina regulando el voltaje (Romero, 2013).

Bobina: es un elemento pasivo de dos terminales capaz de generar un flujo magnético cuando se hace circular una corriente eléctrica, (Mecafenix, 2017) será el elemento por el cual producirá electromagnetismo para la germinación.

Definiciones físicas y agrícolas

Las magnitudes que se enuncian a continuación, fueron las utilizadas para comprender el análisis del campo eléctrico, su conversión y aplicación dentro del proyecto.

Gauss: es una unidad de medida que indica la fuerza de un campo magnético. Cuanto mayor sea el número de gauss, más fuerte será el campo magnético (Comunicación Alday, 2013) por medio del Gaussimetro tendremos datos exactos de cuantos gauss tiene cada bobina.

Henrio: el henrio o henry es la inductancia de un circuito en el que una corriente que varía a razón de un amperio por segundo da como resultado una fuerza electromotriz autoinducida de un voltio (Ecured, s. f.) por medio del henrio sabremos cuanta inductancia tiene cada bobina.

Tesla: es la a unidad de densidad de flujo magnético o inducción magnética del Sistema Internacional de Unidades (SI) (Tecnología, 2012) por medio de ella podemos saber cuánto electromagnetismo produce cada bobina.

Fórmula de Wheeler: permite el cálculo de bobinas con núcleo de aire, desde el punto de vista teórico hallando la inductancia, de acuerdo a la ecuación 1:

$$L = 0,394 * \frac{a^2 * N^2}{9a + 10l}$$

Ecuación 1: Formula de Wheeler

En donde las variables a=Área transversal de la espira dada en centímetros; l=Longitud del arrollamiento expresada también en centímetros y N=Numero de espiras permiten expresar el cálculo en micro-henrios (μH) (Domínguez, 2017).

Germinación: todas las Semillas con buen tamaño no tienen la misma capacidad de germinar, se hacen pruebas con semilla tomadas al azar sometiéndolas a condiciones adecuada de germinación, estas pruebas se pueden realizar en cubetas apropiadas, debemos hacer una esterilización del terreno a utilizar evitando la germinación de otras semillas o las afectaciones por hongos y de esta manera hallar el porcentaje de germinación

Las semillas de la mayor parte de las plantas no germinan inmediatamente después de la maduración. En la madurez entran en un estado de latencia de duración variada según la especie, latencia que puede durar desde unas pocas semanas o meses. Las semillas de otras especies germinan con irregularidad en un período de 2 a muchos años. Cuando multiplicamos plantas por semillas, conviene abreviar este tiempo de latencia que es debido principalmente a dos causas: la impermeabilidad de la cubierta de la semilla y la latencia interna del propio embrión (Vásquez, 2001).

Espinaca (*Spinacia oleracea* L.): la espinaca es una de las verduras caracterizada por sus usos nutricionales y medicinales debido a esto fue introducida en Europa la cual se encargó de extenderla a otras partes del mundo debido a las adecuadas condiciones que tiene Colombia para la siembra de espinaca la mayoría de semillas son importadas a Estados Unidos considera de gran potencial exportador teniendo en cuenta los tratados de libre comercio pactados con Estados Unidos y otros países consumidores, Colombia tiene alrededor de 200 hectáreas, distribuidas en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Santander y Norte de Santander; el país en mención tiene un bajo nivel tecnológico y este es un aspecto que retarda el desarrollo del mercado de la Espinaca puesto que los productores tienen muy baja capacidad para dar valor agregado al producto (Dominguez *et. al.*, 2010)

Materiales y métodos

El proyecto exige para su desarrollo el método de estudio de casos de orden cualitativo y experimental (Stake, 1999) sin descartar la parte tecnológica y científica, para lograr implementar la aceleración de germinación de semillas de espinacas, por electromagnetismo, se necesita un estudio que identifique los elementos en la manipulación y montaje de la bobina, el siguiente paso es la elaboración y medición práctica de la bobina.

Al obtener bobinas con diferentes inductancias y datos teóricos se realiza la medición práctica para identificar su comprobación, por esto se realiza el siguiente paso llamado montaje del Gaussímetro, que realiza la medición práctica de la inducción electromagnética necesaria para el proceso de germinación de semillas de espinaca.

Identificación de elementos en la manipulación y montaje de la bobina

Para indagar e Investigar la fórmula de la inductancia de una bobina y saber el voltaje continuo hay que volver sobre la comprensión temática de los elementos vistos y su funcionamiento en la vida práctica, se sugiere al técnico realizar el montaje propuesto con los elementos necesarios, realizando la reflexión de su utilización y aplicabilidad por medio de comparaciones y escogencia de los resultados obtenidos.

Consultando la fórmula para medir la inductancia de una bobina se descubre mediante la escogencia, comprobación y aplicación de diferentes resultados obtenidos por el aprendiz como se observa en la Figura 1, hasta llegar a la precisa que resultó ser la fórmula de Wheeler.



Figura 1. Aprendices investigando la fórmula para hallar la inductancia en la bobina

Esta ecuación fue utilizada en todas las bobinas y resultó datos más exactos o iguales al medidor de inductancia.

Se decidió medir la inducción magnética (gauss) de una bobina, y averiguar cómo crear un Gaussímetro e investigar cómo funciona el sensor de efecto hall (A1302) con distintos tipos de pruebas, conectándole una fuente con diferente voltaje el sensor, produjo por medio del ambiente una salida en gauss, acercando un imán por el lado norte, el Gaussímetro mostró magnitudes positivas, se probó al lado sur del imán y arrojó magnitudes negativas. Con ello, se comprobó y se colocó en práctica los resultados del experimento sobre el electromagnetismo producido por la bobina elaborada en el taller de Tecno Parque de Nodo Socorro.

Elaboración y medición práctica de las bobinas

Dentro de la germinación de las semillas se utiliza la bobina, para generar un campo electromagnético, el cual afecta de forma positiva o negativa su germinación (Shimazaki & Shizuoka, 1986) en este paso se requiere una bobina con un calibre especial y un tamaño específico, debido a que entre más grande sea soporta mayor voltaje y aumenta la cantidad de electromagnetismo. Con núcleo de aire, las medidas empleadas fueron, 1 pulgada de diámetro y 3 cm de longitud, que se identifican en la Tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de casos (bobinas) para las pruebas. **Fuente:** Elaboración propia.

Bobina	Calibre	Longitud (altura)	Vueltas	Ohmio	Henrios	Radio	Diámetro	Espacio espiras	Cable
1	25	1.7cm	35	0.70hm	0.3mH	1.4cm	2.8cm	1mm	3m
2	21	3.2cm	35	0.40hm	0.2mH	1.4cm	2.8cm	2mm	3m
3	23	2.8cm	35	0.50hm	0.2mH	1.4cm	2.8cm	1mm	3m
4	24	2.25cm	105	1.0hm	0.13mH	1.75cm	3.5cm	1mm	9m
5	22	9cm	378	50hm	3.8mH	2.1cm	4.2cm	1.1mm	56m
6	22	4cm	300	4.9hm	3.7mH	2.1cm	4.2cm	1.5mm	45m

Fue necesario elaborar y experimentar con varias bobinas, para las tres primeras, se utilizó 3 metros de cable, después se hicieron tres pruebas con una batería de 9v; a continuación, se explica el procedimiento en la Tabla 2.

Tabla 2. Explicación del proceso realizado en cada bobina. **Fuente:** Elaboración propia.

Prueba	Calibre de la bobina	Tiempo de duración (antes de calentarse la bobina)	Observación
1	25	0 segundos	Para la primera prueba se conectó el cable de la batería a la bobina calibre 25, este se fundió debido a que la corriente es superior a la capacidad de disipación.
2	21	1 segundo	En la segunda prueba con una bobina calibre 21 se conecta la batería de 9v, en este proceso la bobina se calentó en 1 segundo, por falta de resistencia que soporte el voltaje de la batería.
3	23	0 segundos	En la tercera prueba con la bobina de calibre 23 se le conecto una batería de 7v, presenta un calentamiento mayor que la segunda prueba. En este punto se comprende que el calibre de la bobina no tiene la capacidad de transportar la corriente necesaria para esta prueba.

Basados en tres pruebas fallidas se decidió conectar una fuente de voltaje variable y una resistencia de $1k\Omega$, donde se notó que cuando se disminuyó el voltaje la bobina obtenía más resistencia, pero las bobinas previamente para validar el proceso se implementó la fórmula Wheeler para hallar la inductancia de cada bobina la cual nos servía para saber cuánta resistencia tenía cada una.

Se conectó cada bobina con una fuente variable y no produjo inducción electromagnética que pueda ser registrada en el Gaussímetro, por lo tanto se determinó hacer una cuarta bobina que tenía un cable calibre 24 con 105 espiras y dos capas, se hizo el cálculo teórico de la inductancia y se probó con el medidor ESR 12864 LCD Mega328 corroborando la igualdad en los datos.

A continuación, se explica en la Tabla 3, la prueba de la cuarta bobina:

Tabla 3. Análisis de la cuarta bobina. **Fuente:** Elaboración propia.

Prueba	Calibre de la bobina	Tiempo de duración (antes de calentarse la bobina)	Observación
4	24	30 segundos	La cuarta bobina se le instalo la fuente variable, no produjo inducción electromagnética, se determinó ubicar un transformador de 17 voltios alternos, se conectó un puente de diodos para rectificar a voltaje directo y comienza a producir inducción electromagnética, pero en un corto tiempo se empezó a calentar el puente de diodos, esto hizo que la bobina aumentara su temperatura rápidamente en un tiempo de 30 segundos. Se desconecta para evitar daños en el hilo conductor.

Debido a esta falla se conectó una resistencia de $1K\Omega$ y no funciono, seguimos en el proceso y se cambió la resistencia por una de menor valor, 560Ω la resistencia se calentó después de 15 segundos, por esta razón se le conecto una resistencia de 100Ω , calentándose en menos tiempo y no dio los resultados esperados, miramos la posibilidad de conectar un potenciómetro de $10K\Omega$ y al observar que sucedía y no fue lo mejor, se estipulo

instalar un potenciómetro de menor resistencia, $5K\Omega$, la bobina no genero alguna inducción electromagnética.

Otro intento fue instalar la bobina directamente a la salida del transformador, duro tres segundos en calentarse, pero en ese corto tiempo se midió la inducción electromagnética con el Gaussímetro, para evitar que subiera de temperatura se estipulo cambiar el transformador por uno de menor voltaje.

A continuación, se consiguieron dos transformadores uno de 9 voltios y otro de 3 voltios, colocamos el transformador de 9 voltios a la cuarta bobina esto hizo que aumentara su temperatura en menor tiempo, se decidió colocar un puente de diodos de 6 Amperios

lo cual disminuyo el tiempo en calentarse, pero no era el tiempo adecuado que se esperaba, lo mismo ocurrió cuando se ubicó el transformador de 3 voltios. Se dispuso a construir una quinta bobina, a continuación, explicamos los datos en la Tabla 4.

Tabla 4. Análisis de la quinta bobina. **Fuente:** Elaboración propia.

Prueba	Calibre de la bobina	Tiempo de duración (antes de calentarse la bobina)	Observación
5	22	120 segundos	El calibre del cable de la bobina es 22, con 378 espiras y 3 capas, se midió la inductancia y se instalo la fuente variable la cual no produjo ninguna inducción electromagnética, se determinó conectar un transformador de 9 voltios con el puente de diodos, el cual duro un minuto y treinta segundos en calentarse el puente de diodos y a los 2 minutos la bobina se calentó, se dispuso a conectar una resistencia, no genero inducción.

Después se determinó conseguir una batería de 12 Voltios y 35 Amperios, se conecta la bobina 5 a la batería y da como respuesta inducción electromagnética, pero a los 15 segundos la bobina se calentó se dispuso colocar una resistencia variable de $10k\Omega$ lo cual no generó una inducción electromagnética que registrara el Gaussímetro, se dispuso a conectar un bombillo de 22W, pero tampoco dio una respuesta electromagnética.

Se estipuló conectar un transformador a la batería por la entrada de voltaje de 110V, este se calentó a los 4 minutos por lo tanto no se quiso conectar la bobina.

Se dispuso a construir una sexta bobina, su procedimiento se explica a continuación:

La bobina 6 estando ya conectada, mantiene un rango entre 15 y -15 Gauss, manteniendo su capacidad de disipación, se observa la imagen en la Figura 2 después de tener los datos de inducción magnética (Gauss) con la ecuación 2 procedemos a transformar a 0.1 y -0.1 Teslas. (Convertworld, 2018).

Tabla 5. Análisis de la sexta bobina. **Fuente:** Elaboración propia.

Prueba	Calibre de la bobina	Tiempo de duración (antes de calentarse la bobina)	Observación
6	22	120 segundos	El calibre del cable es 22 con 300 vueltas y 6 capas, la cual fue conectada a la batería pero esta se calentó en 10 segundos después se le instalo la fuente variable y no generaba una inducción electromagnética, se decidió conectarle el transformador de 9 voltios pero este se calentó a los 3 minutos lo cual a los 4 minutos, la bobina estaba tibia, se llegó al acuerdo de colocar en serie el transformador con un bombillo, para disminuir el voltaje de entrada a la bobina, se le instalo un transformador de 3 voltios en serie con el bombillo, dio una inducción electromagnética estable, pasados 15 minutos el transformador y la bobina no se calentaban, el circuito era más estable.

gauss = tesla

$$1 = 10^{-4}$$

Ecuación 2: Conversión Gauss a Tesla



Figura 2. Sexta Bobina. **Fuente:** Elaboración propia.

Montaje del Gaussimetro

La inducción electromagnética se puede medir en Gauss, para poder llegar a medir la bobina necesitamos elaborar un Gaussimetro el cual se investigó y se encontraron los pasos y la programación para montarlo en protoboard, se obtuvo un sensor efecto hall (49E), pero al implementarse mostraba error en su aplicabilidad. Acto seguido se consiguió el sensor (A1302), se consultó su funcionamiento y se inspecciona de modo práctico

con el multímetro, de acuerdo al acercamiento de un imán, en el polo norte mostraba un voltaje positivo que aumentaba y por el polo sur, disminuía el voltaje. Después de saber cómo funcionaba el sensor se procedió a construir el Gaussimetro en protoboard con Arduino, una pantalla LCD 16x2 el sensor, un potenciómetro y cables de conexión (Chessell, 2014).

Por consiguiente se simula la programación adecuada para el sensor (Chessell, 2014) se construyó, luego de estar construido el sensor no era estable, se le cambió el potenciómetro con un trimmer de 10KΩ y con este nuevo artefacto ya era más estable, se procedió a colocar un imán el cual nos muestra datos exactos, el imán en un polo norte el Gaussimetro nos mostraba en su pantalla LCD 16x2 datos positivos y en un polo sur el Gaussimetro nos mostraba datos negativos ya era más confiable para probarlo con las bobinas.

Resultados y discusión

Para la medición de inducción electromagnética en las bobinas, el sensor se colocó en la mitad de cada núcleo, su análisis se tabuló en la Tabla 6.

Tabla 6. Análisis de las Bobinas. **Fuente:** Elaboración propia.

Bobina	Elementos usados	Observación
1,2,3	-Fuente variable -Resistencias de 1KΩ,560Ω y 100Ω de 1, 1 Wattio- 4 2 batería de 9v	No se evidencia lectura de inducción electromagnética en el Gaussimetro, debido a la poca cantidad de espiras enrolladas sobre la bobina.
4	-Fuente variable -Transformador -Punto de diodos	Con la fuente variable, la bobina no generaba inducción electromagnética, después con el transformador dio un rango entre 37Gauss y -24 Gauss de inducción electromagnética, luego con el puente de diodos la bobina producía un rango entre 45 Gauss y -35 Gauss, pero no duraba mucho tiempo, cuando se calentaba la bobina se aumentaban los resultados del Gaussimetro a un Punto de llegar a 48 Gauss y -50 Gauss de inducción electromagnética.
5	-Fuente variable -Batería de 12v a 35 amperios -Transformador	Con una fuente variable, no producía ninguna inducción electromagnética al conectarse la batería a la bobina, daba un resultado de 60 Gauss de inducción electromagnética, lo cual eran estables pero se calentaba la bobina, por lo tanto se le colocaron resistencias en serie pero no se registró variación de voltaje adecuado y no hacía funcionar la bobina, se conectó el transformador a la batería y nos produjo un polo norte el cual era 37 Gauss y un polo sur que dos daba -32Gauss, pero al poco tiempo de conectado se calentaba lo cual se descartó instalarle la bobina
6	-Transformador -Serie (plafón conectado a el trasformador y a la bobina)	Dio un resultado de un rango de 15 Gauss y -15 Gauss de inducción electromagnética, El circuito no presento variaciones de temperatura durante un lapso de 15 minutos, se consideró que es la bobina más estable para iniciar con el proyecto.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este proyecto muestran que los valores de la inducción electromagnética se encuentran en un rango de -15 y 15 Gauss, obtenidos por medio de la creación de una bobina para lograr la germinación de semillas de espinaca.

Los seis casos en que se experimentaron las bobinas dependieron del número de espiras, el calibre y la longitud del cable de cada bobina, como lo demuestran la metodología y los resultados. En la experimentación de la bobina No 6, se conectó a un bombillo en serie y un transformador de salida en su voltaje a 3V con una corriente de 1.8 Amperios. Su funcionamiento fue superior a las experimentaciones anteriores debido a que este circuito contenía una resistencia de 180Ω, produciendo un rango entre 1,5 y -1,5 militeslas.

Esta bobina es adecuada ya que su inducción electromagnética es estable debido a que su variación de temperatura es baja. En los otros casos la inducción electromagnética registrada en el Gaussímetro era mínima, cuando su temperatura era estable y se generaba un aumento electromagnético, cuando la bobina sufría un aumento de temperatura.

Referencias

- Allegro, MicroSystem (2018). A1301 y A1302: Circuitos integrados de sensores de efecto Hall lineal radiométrico en tiempo continuo. Recuperado de: <https://www.allegromicro.com/en/Products/Magnetic-Linear-And-Angular-Position-Sensor-ICs/Linear-Position-Sensor-ICs/A1301-2.aspx> [Fecha de consulta: 29/07/2018].
- Ayala, G., Terrazas, T., López, L. & Trejo, C. (2004). Variación en el tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de *Stenocereus beneckeii*. *Interciencia*, 29 (12), 692-697. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/339/33909907.pdf>. [Fecha de consulta: 29/07/2018].
- Barco, H. & Rojas, C., (2004). Diseño y construcción de un Gaussímetro y calibración de este por medio del campo magnético en el interior de un solenoide. *Revista NOOS*. pp 89-97. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/9361/1/01235591.2004.pdf> [Fecha de consulta: 29/07/2018].
- Comunicación, A. (2013). ¿Y qué es un gauss? Recuperado de: <https://secretosparaelsenbienestar.com/blog/productos-magneticos-que-es-un-gauss/> [Fecha de consulta: 29/07/2018].
- Convertworld (2018). Tesla (T), inducción magnética. Recuperado de: <https://www.convertworld.com/es/induccion-magnetica/tesla.html> [Fecha de consulta: 1/05/2018].
- Chessell, J. (2014) Disponible en: <http://awesomejarret.blogspot.com/2014/10/hand-held-a1302-hall-effect-sensor.html>. [Fecha de consulta: 21/07/2018].
- Domínguez, J. (2017). Cálculo de Inductancias de bobinas. Recuperado de: <https://trescientosbaudios.blog/2017/02/20/calculo-de-inductancias-de-bobinas/>. [Fecha de consulta: 05/05/2018].
- Domínguez, P., Hernández, A., Aguilar, C., Cruz, O., Carballo, A., Zepeda, R. & Martínez, E. (2010). Semilla de maíz bajo la influencia de irradiación de campos electromagnéticos. *Revista fitotecnica mexicana*, 33(2), 183-188. Recuperado en 01 de agosto de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802010000200012&lng=es&tlng=es
- García, A. (2015). ¿Qué es Arduino y para qué se utiliza? Recuperado de: <http://panamahitek.com/que-es-arduino-y-para-que-se-utiliza>. [Fecha de consulta: 28/07/2018].
- Jiménez, C., Méndez, M., Daza, M. & Zuñiga, O. (2013). Germinación de semillas de ají (*Capsicum sinense*) estimuladas electromagnéticamente. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 7(1). Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v7n1/v7n1a05.pdf>. [Fecha de consulta: 24/02/2018].
- Mecafenix, F. (2017). ¿Que son las bobinas? Recuperado de: <http://www.ingmecafenix.com/electronica/bobinas>. [Fecha de consulta: 28/07/2018].

- Lelyen, R. (2018), ¿Por qué es bueno comer espinacas? Recuperado de: <https://www.vix.com/es/imj/salud/4068/por-que-es-bueno-comer-espinacas>. [Fecha de consulta: 23/02/2018].
- Parker, B. (2014). Assebly Manual ESR meter Mk.2. Recuperado de: http://bobparker.net.au/esr_meter/k7214.pdf. [Fecha de consulta: 28/07/2018].
- PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2011). Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011 Colombia rural. Razones para la esperanza. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Recuperado de: http://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/DesarrolloHumano/undp-co-ic_indh2011, Isbn: 978-958-8447-63-6. [Fecha de consulta: 24/02/2018].
- Portilla, L. (2015). LCD pantalla de cristal líquido. Recuperado de: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_74/recursos/visual-basic-para-excel/03102016/u5_lcd16x2.jsp. [Fecha de consulta: 28/07/2018].
- Rico, F. (2014). Campo magnético variable en semillas de brócoli (*Brassica oleracea* L.) bajo una perspectiva sistémica transdisciplinaria. (Tesis de Doctorado). Instituto Politécnico nacional, México D.F, México [Fecha de consulta: 01/06/2018].
- Rodríguez, M., Plaza, G., Gil, R., Chaves, B. & Jiménez, J. (2008). Reconocimiento y fluctuación poblacional arvense en el cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) para el municipio de Cota, Cundinamarca. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 87-96. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/13922>
- Romero, V. (2013). Fuente Variable Regulada. Recuperado de: <https://prezi.com/ozfchbxma6kh/fuente-variable-regulada>. [Fecha de consulta: 28/07/2018].
- Serratos, Carlos., (2012). Efectos en la germinación de semillas de guayaba (*Psidium guajava*) después de ser consumidas por monos aulladores negros (*Alouatta pigra*) en Balancán Tabasco, México. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/256643848_Efectos_en_la_germinacion_de_semillas_de_guayaba_Psidium_guajava_despues_de_ser_consumidas_por_monos_aulladores_negros_Alouatta_pigra_en](https://www.researchgate.net/publication/256643848_Efectos_en_la_germinacion_de_semillas_de_guayaba_Psidium_guajava_despues_de_ser_consumidas_por_monos_aulladores_negros_Alouatta_pigra_en_Balancan_Tabasco_Mexico)
- Balancan_Tabasco_Mexico. [Fecha de consulta: 28/07/2018].
- Shimazaki, F. & H, Shizuoka (1986). Verfahren zur Herstellung von Magnitisiertem. Patente P36138916. [Fecha de consulta: 01/06/2018].
- Tecnoagro (2010). El cultivo de la espinaca *Spinacea oleracea* L. Recuperado de: <https://tecnoagro.com.mx/revista/2010/no-63/el-cultivo-de-la-espinaca-spinacea-oleracea-l>. [Fecha de consulta: 1/08/2018].
- Tecnología hecha palabra (2012). Tesla (unidad). Disponible <http://www.tecnologiahechapalabra.com/salud/enlaces/articulo.asp?i=6626> [Fecha de consulta: 29/07/2018].
- Torres, C., Díaz, J. & Cabal, P. (2008). Efecto de campos magnéticos en la germinación de semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Agronomía Colombiana*, 26(2). Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/13493>. [Fecha de consulta: 01/06/2018].
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid, España Ediciones Morata. ISBN: 84-7112-422-X. [Fecha de consulta: 09/07/2018].
- Vashisth, A. & Nagarajan, S. (2010). Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. *J. Plant Physiol.* 167, 149-156. doi: 10.1016/j.jplph.2009.08.011. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19783321>
- Vásquez, A. (2001). Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. Recuperado de: https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/arc_7277.pdf. [Fecha de consulta: 01/06/2018].

Implementación de técnicas de agricultura de precisión para el establecimiento de un semillero de cebolla cabezona (*Allium cepa*) Pasca-Cundinamarca

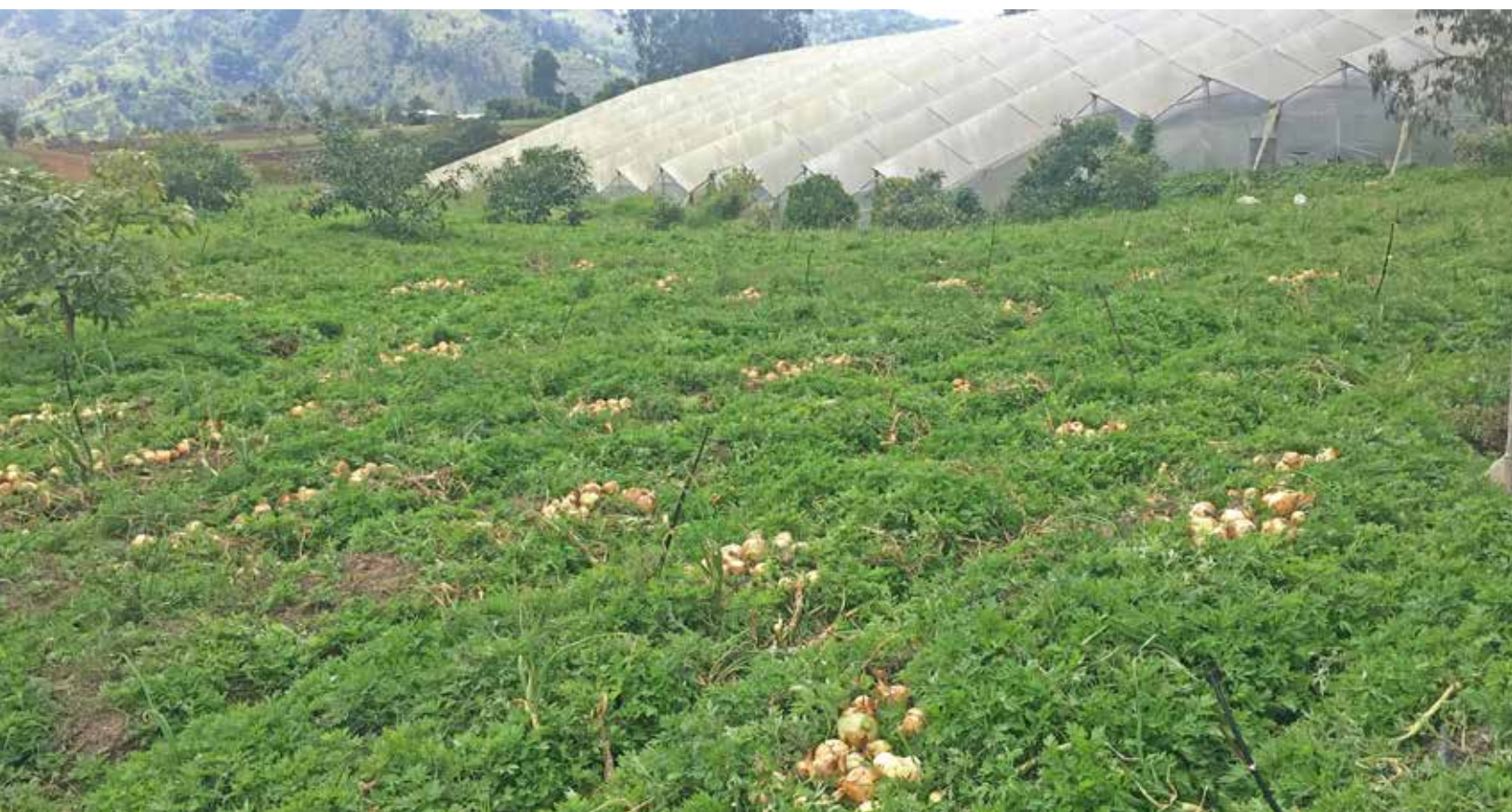
*Implementation of Precision Farming Techniques
for the Establishment of a Large Onion Seedbed
(Allium cepa) Pasca-Cundinamarca*

ROLAND EDICSON LUNA DAZA
SENA, Centro Agroecológico y Empresarial
reluna7@misena.edu.co

JENNIFER ANDREA NIÑO GUTIÉRREZ
SENA, Centro Agroecológico y Empresarial
jninog@sena.edu.co

SAMUEL RICARDO PADILLA NARVÁEZ
SENA, Centro Agroecológico y Empresarial
srpadilla@sena.edu.co

Fecha de recepción: 02-11-2018
Fecha de evaluación: 09-11-2018
Fecha de aceptación: 13-11-2018





Implementación de técnicas de agricultura de precisión para el establecimiento de un semillero de cebolla cabezona (*allium cepa*) Pasca-Cundinamarca

Resumen

El semillero ASISNOVA del grupo de investigación IDICA EF está dedicado a mejorar las prácticas agrícolas mediante el uso de tecnología. El proyecto de investigación “Desarrollo de un proceso de incorporación de agricultura de precisión en sistemas de producción agrícola tomando como referencia el municipio de Pasca-Cundinamarca” identificó las necesidades de los productores y su búsqueda de nuevas alternativas para hacer más fácil y eficiente sus labores, llevándolos al uso de nuevas prácticas asociadas a la tecnología, puesto que el mayor porcentaje de pérdidas se puede dar en un simple y no muy apreciado proceso basado en técnicas ancestrales, muestra de esto es la implementación de un semillero. En consecuencia, se pretende realizar una guía práctica para realizar un semillero de cebolla cabezona (*Allium cepa*), en el municipio de Pasca, Cundinamarca, Vereda Sabaneta finca la María, con la siguiente ubicación geográfica: al norte 4°18'83.1 al occidente 74°18'21.2, con 2.139 msnm, y una temperatura promedio de 17°C, donde se identificaron los pasos que se deben seguir para tener éxito en su implementación.

Palabras clave: agricultura, fertilizante, producto vegetal, plaguicida, saneamiento.

Abstract

The ASISNOVA seedbed of the IDICA EF research group is dedicated to improving agricultural practices through the use of technology. The research project “Development of a Process of Incorporation of Precision Agriculture in Agricultural Production Systems Taking as Reference the Municipality of Pasca-Cundinamarca” identified the needs of producers and their search for new alternatives to make their work easier and more efficient, taking them to the use of new practices associated with technology, since the highest percentage of losses can occur in a simple and not very appreciated process, which is based on ancestral techniques, proof of this is the implementation of a seedbed. Consequently, it is intended to make a practical guide to make a big onion seedbed (*Allium cepa*), in the municipality of Pasca, Cundinamarca, Vereda Sabaneta, La María farm, with the following geographical location: north 4°18'83.1 west 74°18'21.2, with 2,139 meters above sea level, and an average temperature of 17°C, where the steps to be followed in order to succeed in the implementation were identified.

Keywords: Agriculture, Fertilizer, Plant Product, Pesticide, Sanitation.

Introducción

La cebolla de bulbo ocupa el cuarto lugar en producción mundial de hortalizas, ya que alcanzó una producción de 84 millones de toneladas en el 2013, lo que resalta la importancia de este cultivo a nivel mundial. En Colombia, los principales departamentos productores de cebolla de bulbo son: Boyacá con 130.000 t, que corresponden al 51% de la producción nacional, Norte de Santander con 31.200 t (22,6%) y Cundinamarca con 29.438 t (19,6%). Entre Cundinamarca y Boyacá representan el 68,6% del área sembrada en el país con 8.000 aproximadamente, lo que muestra la importancia de este sistema productivo en el altiplano cundiboyacense (SciELO, s.f.).

En Cundinamarca la cebolla de bulbo se produce en diferentes pisos térmicos, en altitudes entre los 2.000 y 2.800 msnm. Las regiones productoras son las de Oriente (municipios de Choachí, Cáqueza, Ubaque, Chipaque y Fómeque), Sumapaz (municipios de Fusagasugá y Pasca) y Sabana de Bogotá (municipios de Bojacá y Mosquera) (SENA, 2006).

El cultivo de la cebolla se considera como una alternativa agrícola y socioeconómica para un amplio sector de pequeños y medianos productores del municipio de Pasca (Cundinamarca), quienes observan cómo los ingresos de este cultivo se convierten en una de sus principales fuentes económicas (Munevar, 2009).

Debido a lo anterior, los agricultores han buscado nuevas tecnologías o prácticas para mejorar su producción, una de estas basada en los principios de la revolución verde, la cual demanda un uso irracional de agroquímicos, esto aumentó la producción de la cebolla ubicando al municipio de Pasca como el único productor de cebolla en la región del Sumapaz y principal abastecedor de esta hortaliza en la ciudad de Bogotá (Munevar, 2009).

Según el documento realizado por William Munevar (2009); "existen preocupaciones válidas en la zona debido a la ocurrencia de daños ecológicos y sociales de una agricultura que cada vez se hace más dependiente de insumos externos que en su gran mayoría son importados, dependientes en su precio del petróleo y de la política de importaciones del Gobierno Nacional lo que los hace cada vez más costosos".

ASISNOVA, se ha dedicado a generar alternativas de manejo eficiente de las actividades realizadas por los productores agrícolas mediante acciones de investigación aplicada, las cuales muestran como resultado alternativas para el manejo de nuevas prácticas agro-nómicas para el agricultor de una forma fácil y eficiente; se ha identificado que el mayor porcentaje de pérdida en el establecimiento del cultivo de cebolla cabezona (*Allium cepa*) variedad sumbles, se genera en una práctica tan básica y habitualmente practicada como la adecuación y manejo del semillero, por esta razón se ha desarrollado una guía práctica para su manejo.

Materiales y métodos

Ubicación

La presente investigación se desarrolló en el municipio de Pasca-Cundinamarca, en la vereda Sabaneta finca La María, con la siguiente ubicación geográfica al norte 4°18'83.1 al occidente 74°18'21.2, con 2.139 msnm y una temperatura promedio de 17 °C.

Preparación del terreno

Se delimitó un espacio para el establecimiento de las camas para los semilleros de 20 metros de largo y 1,30 m de ancho, una vez seleccionado el terreno se procedió a realizar un arado mecanizado con tractor, posteriormente se incorporó una enmienda de cal viva para la nivelación del pH del suelo y se procedió a realizar el levantamiento de los surcos para la siembra (Figura 1).



Figura 1. Ubicación finca La María. **Fuente:** Elaboración propia.

Desinfección de camas

Se realizó la desinfección de las camas para eliminar todos los microorganismos que son capaces de originar enfermedades o plagas que afectan la germinación de

las semilla, se realizó una mezcla para 20 litros de agua con 200 cc de formol y 200 cc de peróxido de hidrógeno, se realiza la aplicación con bomba de espalda

con capacidad de 20 litros sobre todas las camas, luego de terminar la aplicación se procedió a tapar las cama con un plástico negro lo que creó un efecto invernadero ayudando a subir la temperatura y así garantizando la desinfección total, al cabo de 4 días se quita el plástico y se deja descansar el suelo por 3 días.



Al terminar este tiempo se puede proceder a aplicar 6 litros de E.M (Microorganismos Eficientes) por 20 litros de agua, esto con el fin de incorporar nueva vida al suelo y así proceder a la siembra.

Figura 2. Alistamiento de camas semillero cebolla cabezona (*Allium Cepa*). **Fuente:** Elaboración propia.

Siembra de material vegetal

Se procedió a realizar el trazo de forma horizontal cada 10 cm sobre las camas para la siembra, se regó la semilla de cebolla cabezona (*Allium cepa*) variedad sumbles sobre cada trazo y se cubrió con humus sólido para taparlas, se procede a aplicar riego durante 2 horas diarias a las camas hasta su germinación.



Figura 3. Trazado del semillero para la siembra de cebolla cabezona (*Allium Cepa*). **Fuente:** Elaboración propia.



Figura 4. Germinación de la cebolla pasados 20 días desde su siembra. **Fuente:** Elaboración propia.

Resultados y discusión

Como resultado de este primer proceso de la investigación se identifican las cantidades de agroquímico para la desinfección de las camas para la siembra y se planean de forma eficiente las medidas que tienen que tener las camas para que haya un adecuado desarrollo de las semillas, conociendo de primera mano las cantidades ideales para que no ocurra proliferación de agentes patógenos. Además del beneficio en la aplicación de microorganismos eficientes y humus contribuyendo así al diseño de un documento informativo relevante de los resultados y análisis de la investigación.

Conclusiones

Durante la implementación del semillero se identificó que las medidas óptimas para realizar las camas de los semilleros son de 20 metros de largo y 1,30 m de ancho.

En el momento de la desinfección de las camas también se puede utilizar un producto de síntesis química llamado Basamid, utilizando 50 gramos por metro cuadrado de suelo. Posteriormente se le agrega agua a las camas para que haya efectividad en su aplicación y se tapa con un plástico durante 4 días, pasados estos días se levanta el plástico y se procede a remover vigorosamente el suelo de la cama durante 2 a 3 días revolviéndolo 2 a 3 veces al día, este proceso es un poco más dispendioso y se aconseja realizarlo cuando la cantidad de semilla que se va a sembrar es máximo de 1 tarro.

La desinfección con formol y peróxido de hidrógeno, elimina cualquier microorganismo benéfico en el suelo por eso se recomienda después de esta aplicación realizar una proliferación de E.M (Microorganismos Eficientes) y humus.

Agradecimientos

Al Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA por el apoyo técnico y logístico en pro del desarrollo de esta investigación a través del programa SENNOVA.

A don José, agricultor oriundo del municipio de Pasca, con más de 35 años sembrando cebolla por brindarnos su tiempo y conocimientos.

A los aprendices del semillero por su dedicación en el desarrollo de cada fase del proyecto.

Referencias

- Agricultura, m. d. (2002). Cartilla didáctica. *El cultivo de la cebolla*, 27.
- AGROFORUM (s.f.). Recuperado de <http://www.agroforum.pe/horticultura/manual-de-cultivo-cebolla-1043/>
- Álvarez, J. G. Alvarado, O. H. & Suesca, F. A. (s.f.). Efecto de diferentes láminas de riego en el crecimiento y desarrollo de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícola*, Vol. 11. (2) Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v11n2/2011-2173-rcch-11-02-00359.pdf>
- Azud (s.f.). <http://www.azud.com/Riego/Cultivos/cebolla.aspx>
- Canseco, E. P. & Guerrero, J. C. (2013). *Hortalizas*. (s.f.). Recuperado de <http://www.hortalizas.com/cultivos/cebollas-ajo/aprende-controlar-los-trips-de-cebolla/>
- Cyclamen (s.f.). Recuperado de <https://www.cyclamen.com/es/profesional/enfermedades/8/22>
- Hortalizas (s.f.). Recuperado de <http://www.hortalizas.com/cultivos/cebollas-ajo/aprende-controlar-los-trips-de-cebolla/>
- Munevar, W. G. (2009). *Caracterización del proceso de transferencia y adopción tecnológica de pequeños y medianos productores de cebolla (Allium cepa L.) en el municipio de Pasca (Cundinamarca)*. Tesis de

maestría en Desarrollo Rural. Bogotá: Pontificia
Universidad Javeriana.

Quintero, J. J. (s.f.). Cultivo extensivo de cebolla. *Hojas
Divulgadoras*, (20).

Rullán, P. G. (s.f.). Conjunto tecnológico para la producción
de cebolla cabezona. *Características de la planta 2*,
(10).

Sapecagro (s.f.). Obtenido de [http://www.sapecagro.es/
catalogo/nutricionales/fertilizantes-especiales/
fainal-k-pid362.html](http://www.sapecagro.es/catalogo/nutricionales/fertilizantes-especiales/fainal-k-pid362.html)

SENA, C. A. (2006). Curado y almacenamiento de la cebolla
de bulbo. *Biblioteca 6*, 38.

Zaden, B.V. (s.f.). *Enfermedades y plagas importantes en la
cebolla*. Recuperado de [http://static.plenummedia.
com/40767/files/20130126104951-bejo-
enfermedades-y-plagas-cebollas.pdf](http://static.plenummedia.com/40767/files/20130126104951-bejo-enfermedades-y-plagas-cebollas.pdf)

Variación del (DAP) y producción en una plantación de caucho natural, del Bajo Cauca antioqueño, usando QGIS

Variation of the (DAP) and Production in a Plantation of Natural Rubber of Bajo Cauca Antioqueño Using QGIS

VANESSA FLÓREZ RAMOS

**Ingeniera Agrícola
Maestrante en Desarrollo
Sostenible y Medio Ambiente
Investigadora Sennova
Complejo Tecnológico para la
Gestión Agroempresarial - SENA
vanessaf@misena.edu.co**

GIRLEY VALDÉS FERNÁNDEZ

**Aprendiz, Tecnólogo en Producción
Agropecuaria Ecológica
g15@misena.edu.co**

ELIS VIDES SANTOS

**Aprendiz, Tecnólogo en Gestión
de Empresas Agropecuarias
elisyojana8925@misena.edu.co**

JOSÉ CHICA PANTOJA

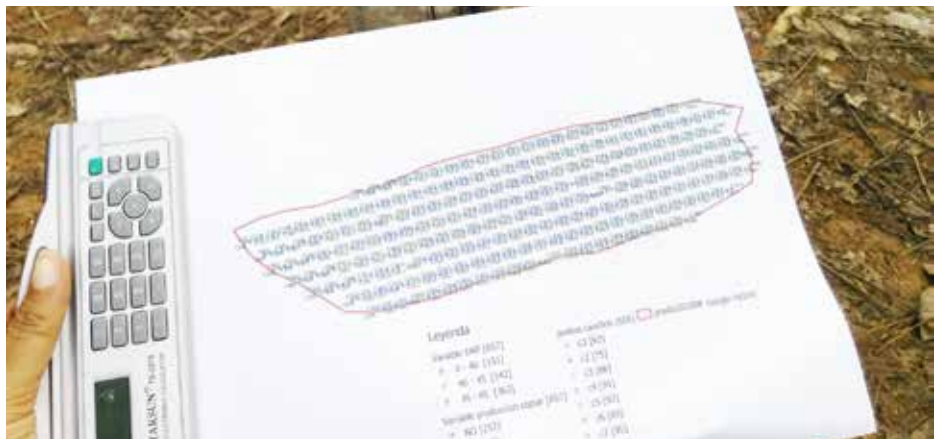
**Aprendiz, Tecnólogo en Producción
Agropecuaria Ecológica
jlchica68@misena.edu.co**

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Variación del (DAP) y producción en una plantación de caucho natural, del Bajo Cauca antioqueño, usando QGIS

Resumen

En los últimos 15 años la demanda mundial de caucho y derivados se duplicó, principalmente la fabricación de neumáticos. La producción de esta materia prima está focalizada en países asiáticos representando 92% de las áreas plantadas a nivel mundial, África y Oceanía 8% y Brasil 1%. Los principales usos están enfocados en la industria automotriz, medicina, farmacéutica y textiles. En el área agrícola se masificó el uso de sistemas de información geográfica (SIG); lo cual nos permite organizar datos de la plantación, el software Qgis de uso libre se utiliza en diferentes campos de estudio. En este trabajo se utilizó Qgis para representar los datos de una plantación de caucho (*Hevea brasiliensis*) clon Fx 3864, para analizar árboles que cumplen los rangos de diámetro a la altura del pecho (DAP) adecuados para el equipamiento de producción. Mediante las imágenes se observan los árboles que están en producción, evidenciándose 405.

Palabras clave: *Hevea brasiliensis*, SIG, Clon, Fx 3864, DAP.

Abstract

In the last 15 years the global demand for rubber and derivatives has doubled, mainly in the manufacture of tires. The production of this raw material is focused on Asian countries representing 92% of the areas planted worldwide, Africa and Oceania 8% and Brazil 1%. The main uses are focused on the automotive, medicine, pharmaceutical and textile industries. In the agricultural area, the use of geographic information systems (GIS) became widespread; which allows us to organize the plantation data, free-use Qgis software is used in different fields of study. In this work, Qgis was used to represent the data of a rubber plantation (*Hevea brasiliensis*) clone Fx 3864, to analyze trees that meet the diameter ranges at chest height (DBH) suitable for production equipment. Through the images, the trees that are in production are observed, 405 being evidenced.

Keywords: *Hevea brasiliensis*, GIS, Clone, Fx 3864, DBH.

Introducción

El caucho natural se considera materia prima estratégica para el desarrollo de la humanidad (Silva, *et al.*, 2010). El consumo de este producto depende del estilo y calidad de vida de la población (Cuastumal & Villa, 2007). En los últimos 15 años la demanda mundial se duplicó, principalmente por la creciente fabricación de neumáticos (Chiarelli, *et al.*, 2018). Proyecciones futuras demuestran que la demanda seguirá creciendo en respuesta del desarrollo automotriz (Ahrends, *et al.*, 2015). Industria que junto con la química implementan aproximadamente el 67% de esta materia prima (Cuastumal, *et al.*, 2017). La producción se encuentra focalizada en los países asiáticos representando el 92% de las áreas plantadas a nivel mundial, África y Oceanía el 8% y Brasil el 1% (Pulido-Sierra, *et al.*, 2012).

En el 2011 se generaron 10.974 millones de toneladas y se consumieron 10.924 millones de toneladas (Silva, *et al.*, 2012). Se estima que para el año 2020 la demanda crezca a 16.700 millones de toneladas y en el sudeste asiático se espera cosechar en 6 millones de hectáreas, cuatro veces el área actual (Z. Li & Fox, 2012). En Brasil, 189.377 toneladas fueron producidas para el año 2016 (FAO, 2016), lo cual solo atiende un tercio de la necesidad industrial de ese país (de França Nogueira *et al.*, 2015). Colombia registra datos de 1.000 toneladas de caucho seco al año, frente a las 28.000 toneladas que se requieren al año para satisfacer diversas procesos industriales, por lo tanto es necesario importar de Asia y Guatemala, y es necesario sembrar mínimo 30.000 hectáreas (Martínez, 2018). En el departamento de Antioquia 1,3 millones de hectáreas están dispuestas para el cultivo de caucho, donde el 13% presenta condiciones óptimas principalmente en la región de Urabá (Cuastumal *et al.*, 2017).

Mundialmente el caucho es utilizado en diferentes industrias, en la medicina es materia prima de guantes (Carey *et al.*, 2018), prótesis (Goyal & Goel, 2015), implantes odontológicos (Seo & Seo 2017) y múltiples

productos más. El sector automotriz su principal uso es en los neumáticos (F. Li *et al.*, 2018), también se integran derivados del caucho con otros materiales para reducir el peso de los automóviles (Banea *et al.*, 2018). También se usa en juguetes (Miller & DiGangi, 2017), en la construcción se adelantan estudios de las propiedades mecánicas y dinámicas de hormigón de caucho (Gerges, Issa & Fawaz, 2018), mediante pirolisis se realizan pruebas para observar el potencial del caucho como combustible líquido (Ahmad, Abnisa & Daud, 2018). En la industria del calzado se usan diferentes materiales derivados del caucho para mejorar propiedades anti-deslizantes de las suelas (Morio & Herbaut, 2018), en la cadena productiva de los textiles el uso del caucho es necesario en prendas de vestir impermeables (de la Cruz *et al.*, 2015).

La principal fuente de caucho natural a nivel mundial es del árbol *Hevea brasiliensis* (Silva *et al.*, 2012). Existen diversos clones de esta especie, el Fx3864 es resistente al mal sur americano de las hojas (Le Guen *et al.*, 2008), reportes productivos de Brasil indican que en una hectárea plantada con este clon podía producir entre 900 a 1.500 kg en la región de Porto Seguro y 1.600 kg/ha año en el Estado de Sao Paulo (Cardoso *et al.*, 2014).

En el departamento de Vichada, Colombia, este clon ha presentado mejores resultados de crecimiento en altura y en diámetro a los 12 y 36 meses (6,69 cm y 10,99 cm) respectivamente, comparado con otros clones (Vélez-Sánchez & Nieto-Rodríguez, 2013). Para las condiciones climáticas del magdalena medio colombiano este clon se considera con nivel moderado de resistencia parcial al mal de las hojas (Suárez, Molina & Furtado, 2015).

En algunos cultivos de caucho se implementa los sistemas de información geográfica (SIG), con estas herramientas tecnológicas se puede, delimitar zonas para el desarrollo de cada fase del ciclo, mediante el reconocimiento de áreas más óptimas para el cultivo (Montoya-Rojas, *et al.*, 2017). Con los SIG y el uso de la

agricultura de precisión se pueden realizar estudios para la distribución de fertilizantes en los cultivos agrícolas (Alcaraz, Jiménez, *et al.*, 2018).

Con estos sistemas también se pueden evaluar aspectos específicos como lo es la erosión del suelo en una zona determinada (Ligonja & Shrestha, 2015) "type": "article-journal", "volume": "26", "uris": [{"http://www.mendeley.com/documents/?uuid=70598a18-9b03-42f9-97dc-ffd2be7d1833"}], "mendeley": {"formattedCitation": "(Ligonja and Shrestha 2015. Dentro de los SIG podemos encontrar una herramienta comúnmente utilizada denominada Qgis *software* de código libre para plataformas y se utiliza en el diseño de la interfase (Pacheco & Zabaleta, 2016). En la región del bajo cauca el uso de Qgis se ha limitado a análisis de afecciones geográficas (Padilla, 2016). Sin embargo, en el área agrícola no se encuentra información del uso de esta herramienta de SIG, por tal motivo el objetivo es realizar esquemas de distribución mediante Qgis de árboles de caucho dependiendo del diámetro a la altura del pecho (DAP) y su estado productivo en una plantación del bajo cauca.

Materiales y métodos

Localización

Este estudio se realizó en el corregimiento de Escaralado Vía El Bagre-Antioquia. se trabajó en el lote de caucho 405, parcela número cinco, finca Angélica María de la empresa de Mineros S.A. Ubicada en las coordenadas 7°35'13,50" N y 74°48'07,76" O. Su altura sobre el nivel del mar es de 50m. El clima es cálido y húmedo, con un período seco prolongado. El período de lluvias comienza en abril y se extiende hasta el mes de noviembre, interrumpiéndose por pequeños veranos entre julio y agosto. Los factores que determinan el clima se caracterizan por precipitaciones que varían

entre 2.400 y 4.000 milímetros año, temperaturas entre 26 y 36°C y una humedad relativa que supera el 80%.

Material biológico y muestreo

El nombre del clon utilizado en el estudio es FX: 3864, es un clon secundario desarrollado por la compañía Ford, resultante del cruzamiento de dos clones primarios de *Hevea brasiliensis* PB 86 (Malasia) y FB 38 (Ford Belém). En la plantación se encuentran establecidos 656 árboles de caucho sembrado en el año 2011 en los meses de julio y agosto. Se midió el lote con GPS NAUTIZ X8 para determinar el área objeto de estudio, en las ocho calles se tomaron las georreferencias del primer árbol y del último para realizar nube de puntos en *software* QGIS, con la cinta métrica (cm) se midió el diámetro de los árboles de caucho a una altura de 1.20 cm del suelo, los valores de las diámetro registrados en tablas de Microsoft office® Excel fueron exportados al *software* para ser procesados y generar esquemas que demuestran la distribución de los árboles dependiendo de los rangos estipulados por la empresa Mineros S.A.

Estado de producción

Mediante la observación directa se evaluaron los árboles que se encontraban equipados con los elementos para realizar la recolección del látex, registrándose en formatos físicos los que se encontraban en producción para posteriormente digitalizarlos en tablas de Microsoft office® Excel y finalmente cargarlos al *software* Qgis.

Resultados

Los resultados muestran que del 100% de los árboles plantados 365 se encontraban en el rango de 45 a 64 cm de diámetro representando el 56% del lote. La Tabla 1 muestra los resultados registrados durante el estudio realizado en el lote 405 de la finca Ángela María. La cantidad de árboles en producción dentro del lote es

de 405, siendo el 62% y el restante son arboles próximos a entrar en producción (Tabla 2).

Tabla 1. Distribución de árboles por rango de diámetro.

*RDAP: rango de diámetro a la altura del pecho. **Fuente:** Elaboración propia.

RDAP (cm)	N° de árboles	%
0-40	151	23
40-45	142	21
45-65	365	56
Total	656	100

Tabla 2. Registro de estado productivo de árboles del lote 405. **Fuente:** Elaboración propia.

Producción	N° de árboles	%
Si	405	62
No	251	38
Total	656	100

En la Imagen 1 se observan que los puntos de color rojos son los árboles que se encuentran en el rango de 0 a 40, los puntos de color amarillo están en el rango 40 a 45 y los puntos de color verde están en el rango de 45 a 65. En la Imagen 2 se puede evidenciar que los puntos de color azul son los árboles en producción y los de color verde arboles aún no se encuentran en producción.

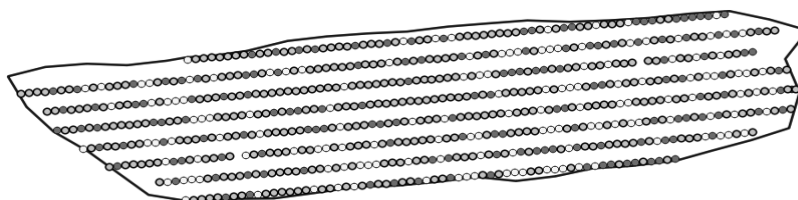
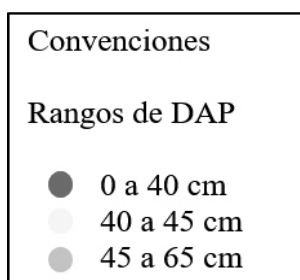


Imagen 1. Distribución de árboles según rango de diámetro, imagen generada por el software Qgis. **Fuente:** Elaboración propia.

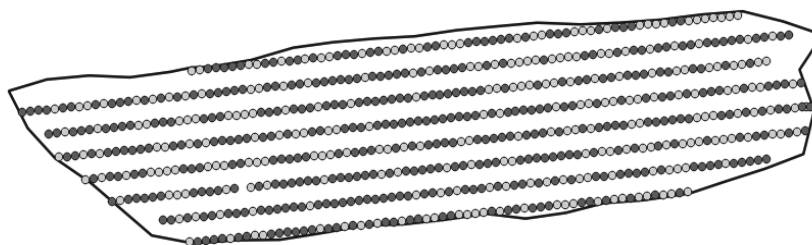
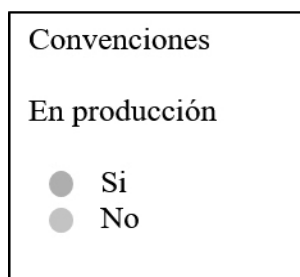


Imagen 2. Distribución de árboles en estado productivo e improductivo, imagen generada mediante el software QGIS. **Fuente:** Elaboración propia.

Discusión

El aumento de la demanda por el caucho a nivel mundial, exige que los cultivos se tecnifiquen para aumentar la producción y mejorar calidad (Z. Li & Fox, 2012). Mediante los sistemas de información geográfica, es posible organizar de manera más fácil datos con objetivo de georreferenciar (Montoya-Rojas *et al.*, 2017). El *software* Qgis se ha utilizado en estudios para facilitar la identificación de diferentes especies de árboles en zonas urbanas, organizándolos en planos geográficos (Pacheco, 2016).

Algo similar se realizó en el presente estudio, en este caso se esquematizó mediante imágenes generadas por el *software* (Qgis) la distribución de los árboles que se encontraban con rangos óptimos en cuanto al DAP para realizar la instalación de los equipos de colecta del látex, además se generó la imagen de distribución de los árboles por estado productivo, esto facilita al empresario la toma de decisiones para mejorar su cultivo y los procesos a tener en cuenta dentro de su plantación.

Con este *software* también se puede realizar estudios que correlacionen variables de producción con estado sanitario por árbol. El presente trabajo se encuentra en proceso de ejecución y se tienen en cuenta otros valores productivos y fitosanitarios, con el fin de demostrarle al productor la importancia del uso de sistemas de información geográfica y los beneficios que estos traen dentro de los procesos productivos.

Conclusión

El proyecto de investigación es de gran importancia para identificar y evaluar espacialmente las variables de producción y DAP utilizando los sistemas de información geográfica (Qgis).

De las diferentes variables que evaluamos en este proyecto, el DAP y producción, cumplen un papel importante al momento de proyectar; número de árboles

de producción, cuantos están disponible para entrar a producción y finalmente calcular producción/ha.

Con la ejecución de este proyecto se pretende, mostrar a los medianos y pequeños productores de caucho como pueden llevar registros de sus plantaciones, lo cual les va permitir llevar la trazabilidad y esto se reflejará en un látex de mejor calidad.

Referencias

- Ahmad, N., Faisal A. & and Wan Mohd Ashri Wan Daud. 2018. "Liquefaction of Natural Rubber to Liquid Fuels via Hydrous Pyrolysis." *Fuel* 218.
- Ahrends, A. (2015). Current Trends of Rubber Plantation Expansion May Threaten Biodiversity and Livelihoods. *Global Environmental Change*, 34.
- Alcaraz, J. J., Jiménez, J. G., Trespalacios & others (2018). *La aplicación de la agricultura de precisión en el proceso de fertilización: un caso de estudio para el sector bananero del Urabá-Antioqueño*. Medellín: Universidad EAFIT.
- Banea, M D, M Rosioara, R J C Carbas, and L F M da Silva. 2018. "Multi-Material Adhesive Joints for Automotive Industry." *Composites Part B: Engineering*.
- Cardoso, Saulo E A et al. 2014. "Comparison of Growth, Yield and Related Traits of Resistant Hevea Genotypes under High South American Leaf Blight Pressure." *Industrial Crops and Products* 53.
- Carey, Renee N et al. 2018. "Latex Glove Use among Healthcare Workers in Australia." *American journal of infection control*.
- Chiarelli, D., Rosa, L., Rulli, M. & D'Odorico, P. (2018). The Water-Land-Food Nexus of Natural Rubber Production. *Journal of Cleaner Production*, 172.
- Cuastumal, M. & Villa, R. (2017). Characterization of Soils Cultivated with Rubber in the Colombian Bajo Cauca Antioqueño Region. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 70(2).
- de França Nogueira, Ravi, Sidney Araujo Cordeiro, Angelo Márcio Pinto Leite, and Mayra Luiza Marques da

- Silva Binoti. 2015. "Mercado De Borracha Natural E Viabilidade Econômica Do Cultivo Da Seringueira No Brasil." *Nativa* 3(2).
- FAO, 2016 FAOFAOSTAT Website, FAO Statistic Division (2016) available at: <http://faostat3.fao.org/bdigital.sena.edu.co/home/E> Accessed Oct 2015.
- Gerges, Najib N, Camille A Issa, and Samer A Fawaz. 2018. "Rubber Concrete: Mechanical and Dynamical Properties." *Case Studies in Construction Materials* 9: e00184.
- Goyal, Amita, and Hemant Goel. 2015. "Prosthetic Rehabilitation of a Patient with Finger Amputation Using Silicone Material." *Prosthetics and orthotics international* 39(4).
- Le Guen, Vincent et al. 2008. "Long Lasting Rubber Tree Resistance to *Microcyclus Ulei* Characterized by Reduced Conidial Emission and Absence of Teleomorph." *Crop protection* 27(12): 1498–1503.
- de la Cruz, Onésimo De Dios et al. 2015. "La Importancia De La Detección De La Variación Somaclonal En El Árbol Del Hule." *Kuxulkab'* 21(40).
- Li, Fanzhu et al. 2018. "Thermo-Mechanical Coupling Analysis of Transient Temperature and Rolling Resistance for Solid Rubber Tire: Numerical Simulation and Experimental Verification." *Composites Science and Technology* 167.
- Li, Zhe, & Jefferson M Fox. 2012. "Mapping Rubber Tree Growth in Mainland Southeast Asia Using Time-Series MODIS 250 m NDVI and Statistical Data." *Applied Geography* 32(2).
- Ligonja, P J, & R P Shrestha. 2015. "Soil Erosion Assessment in Kondoa Eroded Area in Tanzania Using Universal Soil Loss Equation, Geographic Information Systems and Socioeconomic Approach." *Land Degradation & Development* 26(4).
- Martínez, Alfonso. 2018. "Sistemas Agroforestales En Caucho: Alternativa Sostenible Para La Orinoquia Colombiana".
- Miller, P., & DiGangi, J. (2017). "Toxic Industrial Chemical Recommended for Global Prohibition Contaminates Children's Toys".
- Montoya-Rojas, Grace Andrea et al. 2017. "Gestión Integral de La Industria Cauchera En El Municipio de San José Del Guaviare, Colombia." *Perspectiva Geográfica* 21(2).
- Morio, Cédric Y M, and Alexis Herbaut. 2018. "Neuromechanical Adaptations to Slippery Sport Shoes." *Human movement science* 59.
- Pacheco Zabaleta, Yaniris. 2016. "Caracterización de Especies Arbóreas En Los Barrios Aledaños Al a Quebrada El Copey y Su Impacto Socio-Ambiental En El Municipio de El Copey-Cesar".
- Padilla Porras, Leidy Carolina. 2016. "Herramienta SIG Para Análisis de Afectaciones Geográficas Al Corregimiento Cabecera Del Municipio de Caucaasia Antioquia".
- Pulido-Sierra, S. I., Silva-Calvão, M. E., Ferreira-Neto, J. A. & Rojo-Alboreca, A. (2012). Análisis del caucho natural en el eundo. *Spanish journal of rural development*.
- Rodrigo, V H L. 2007. "Ecophysiological Factors Underpinning Productivity of Hevea Brasiliensis." *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19(4).
- Seo, Chi-Won, and Jae-Min Seo. 2017. "A Technique for Minimizing Subgingival Residual Cement by Using Rubber Dam for Cement-Retained Implant Crowns." *Journal of Prosthetic Dentistry* 117(2).
- Silva, J. Q. (2012). Producción y propiedades químicas del caucho en clones de Hevea según los estados fenológicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(8).
- Silva, J. Q., De Souza Gonçalves, P., Scarpore Filho, J. & Brito da Costa, R. (2010). Agronomical Performance and Profitability of Exploitation Systems in Four Rubber Tree Clones in São Paulo State. *Bragantia*, 69(4).
- Suárez, Y., J. Molina, & Furtado, E. (2015). Clones de Hevea *Brasiliensis* de alta productividad caracterizados por resistencia a *Microcyclus ulei* en jardín clonal. En El Magdalena Medio Colombiano. *Summa Phytopathologica* 41(2).
- Vélez, D. F. & Nieto, V. M. (2013). Desempeño inicial de clones de caucho en el municipio de Puerto Carreño, Vichada, Colombia. *Colombia forestal*, 16(2).

Transformación de biomateriales en usos eficientes, sustentables y sostenibles de la construcción en la ciudad de Girardot - Cundinamarca

*Transformation of Biomaterials in Efficient and Sustainable
uses of Construction in the City of Girardot - Cundinamarca*

JHON JAIRO REINEL MORENO
Programa ingeniería civil
Corporación Universitaria Minuto
de Dios centro regional Girardot
jhonjaioreinel@gmail.com

**DIEGO MAURICIO
HERNÁNDEZ BOLÍVAR**
Programa ingeniería civil
Corporación Universitaria Minuto
de Dios centro regional Girardot
DMHB1986@hotmail.com

**MANUEL RICARDO
BALLESTEROS SANTAFÉ**
Programa ingeniería civil
Corporación Universitaria Minuto
de Dios centro regional Girardot
manuelricardo74@gmail.com

Fecha de recepción: 02-11-2018
Fecha de evaluación: 09-11-2018
Fecha de aceptación: 13-11-2018





Transformación de biomateriales en usos eficientes, sustentables y sostenibles de la construcción en la ciudad de Girardot - Cundinamarca

Resumen

En la búsqueda de soluciones multi-efectivas, es decir, que sirvan para atacar dos o más problemáticas, se pueden generar propuestas donde la mampostería sea fabricada con un porcentaje de mezcla de otros materiales tales como “cascarilla de arroz, plástico pet, cartón y papel entre otros”; los diseños de los muros y divisiones internas deben contribuir a la climatización del ambiente al permitir movimiento de las corrientes de aire, que cuente con sistemas de captación de aguas lluvias y reutilización interna, muros y techos verdes, como complemento se tendrán en cuenta para cada tipo de propuestas de esta magnitud las características estratigráficas y litológicas de las zonas donde se podría desarrollar el proyecto, en cumplimiento de la reglamentación y los parámetros establecidos previamente en la construcción de este tipo de obras.

Palabras clave: transformación, biomateriales, construcción, materiales, infraestructura.

Abstract

In the search for multi-effective solutions, that is to say, that serve to attack two or more problems, proposals can be generated where the masonry is manufactured with a percentage of a mix of other materials such as “rice husk, pet plastic, cardboard and paper among others”; the designs of the walls and internal divisions should contribute to the air conditioning of the environment by allowing movement of air currents, that has rainwater catchment systems and internal reuse, walls and green roofs, as a complement the stratigraphic and lithological characteristics of the areas where the project could be developed will be taken into account for each type of proposal of this magnitude, in compliance with the regulations and parameters previously established in the construction of this type of works.

Keywords: Transformation, Biomaterials, Construction, Materials and Infrastructure.

Introducción

El municipio de Girardot comparte la misma problemática en el manejo de los residuos sólidos de Ricaurte y Flandes, ya que se han desarrollado de manera paralela en sus proyectos y por la cercanía en su territorio han compartido diferentes temas de ordenamiento territorial; al punto de que conforman una conurbación, con aproximadamente 165.981 habitantes, de los cuales el 92% residen en la zona urbana y de ese total solo 133.637 son de Girardot en un área de (129 km²).

El desarrollo urbano superó los límites municipales, es por ello que los otros dos municipios en ocasiones se cuentan como extensión urbana de Girardot para diferente tipo de proyectos; la sumatoria de los tres tiene un área de 354 km², el 15,5% de la región y una población equivalente al 49% sin contar el flujo de población flotante que se estima en 65.000 personas en fines de semana corrientes, 140.000 en puentes festivos y hasta 300.000 en temporada vacacional, dispersos en algunos municipios con potencial turístico pero con mayor concentración en Girardot tal y como se encuentra contemplado en Plan de competitividad de Girardot 2007-2019 (Girardot, 2007).

Todas las anteriores cifras de población promedian diariamente 120 toneladas de residuos sólidos, según lo manifiesta la empresa de servicios públicos del municipio, un volumen muy alto en esta zona y en aumento, ya que el crecimiento urbanístico del mismo sector que ha llevado a la demanda desahogada de recursos naturales para satisfacer la construcción de viviendas y garantizar los servicios públicos con el cubrimiento en saneamiento básico; esto se puede ver claramente en los reportes de plan de competitividad de Girardot que manifiesta que solo en la zona urbana de Girardot hay reportados 55 condominios, Peñalisa y Ricaurte 460 casas, el Peñón 900 casas, cada uno de estos en aumento y sumado al aproximado de 500 condominios y conjuntos residenciales, la mayor parte de ellos

destinados a segunda vivienda de población de diferente extracción socioeconómica.

Demasiada población, proyección de aumento, población flotante y la problemática sigue y no se ven alternativas o propuestas ligadas a las necesidades de esta zona y las condiciones ambientales, económicas y sociales que se requieren; por esta razón se busca el uso y aplicación de biomateriales “papel, cartón, madera, botellas pet, cascarilla de arroz, etc.” para realizar procesos constructivos y generar una mezcla con los agregados tradicionales que disminuyan la carga contaminante que va a los rellenos sanitarios, que la utilización de estos materiales alternativos cumpla con los requerimientos técnicos normativos, que disminuya el valor en costos al momento de la compra y que sea una alternativa social para las comunidades de Girardot y municipios aledaños.

En el entendido de la problemática de la zona, el programa de ingeniería civil de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Girardot, ha venido desarrollando diferentes pruebas con el uso, complemento y aplicación de biomateriales tales como la cascarilla de arroz mezclados con agregados de la zona para hacer adoquines que cumplan con toda la normatividad legal vigente y que pueda generar algún tipo de proceso dentro de la industria colombiana.

Por lo anterior es de evidente importancia que los ingenieros elaboremos alternativas de fabricación diferentes y procesos de construcción distintos a los tradicionales que apunten a la utilización de biomateriales diferentes a los convencionales que reduzcan la carga contaminante al medio ambiente y también la disminución en el uso de los recursos naturales renovables y no renovables. Lo que se busca es que muchos de los elementos utilizados en la construcción actual, como los elementos de mampostería de bloques y ladrillos al igual que algunos prefabricados como adoquines, sardineles, bolardos, dinteles y muros divisorios se reemplacen los materiales de cantera tradicionales como

arena, grava y gravilla; por elementos extraídos de los residuos corrientes que generan las grandes industrias y los habitantes de grandes ciudades.

Materiales y métodos

El enfoque metodológico que se ha establecido es el praxeológico, que se fundamenta en la práctica como validación de la teoría, como método de enseñanza-aprendizaje y como fuente de conocimientos, siguiendo de esta forma las directrices de investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. En este sentido se pueden definir cinco fases usadas en el proyecto y que son el diagnóstico, planeación, ejecución evaluación y seguimiento con sus respectivos equivalentes en los procesos praxeológicos.

Fase de diagnóstico

Fase praxeológica del VER: en esta fase fundamentalmente se ha realizado el proceso de exploración y análisis con el fin de responder qué sucede en nuestro entorno y dar una solución a la problemática planteada sobre el aumento progresivo de CO₂ producido por la elaboración de cemento y el agotamiento de canteras, minas y degradación de los ríos. Con la utilización de los biomateriales tales como la cascarilla de arroz, se generarán procesos de mezcla para la fabricación de ladrillos y adoquines en un porcentaje ecológico y con la reutilización de residuos generados por los procesos industriales.

Fase de planeación

Fase praxeológica del JUZGAR: en esta fase el enfoque es encontrar un método práctico para dar solución a la problemática ambiental generada por la extracción de materiales de cantera, tomando como base toda la información primaria recolectada y aplicar teorías que ya han sido propuestas; por lo tanto, la teoría encontrada como alternativa es suplir un porcentaje

en el contenido del cemento al momento de fabricar adoquines, mediante una serie de análisis y pruebas de laboratorio, se pretende comparar y determinar si los adoquines con mezcla de cascarilla de arroz cumplen con los requerimientos técnicos establecidos en las pruebas, para que sean empleados en procesos de infraestructura.

La importancia del desarrollo de este proyecto se basa en la construcción de ideas desde los semilleros de investigación, los estudiantes con el apoyo del docente encargado, desarrollan la metodología investigativa al servicio de sus ideas, es por ello que les permite plasmar alternativas de investigación aplicadas a la ingeniería; consecución de ello, en este proyecto se materializó toda la información al punto de generar un prototipo de ladrillo y adoquín ecológico, que mediante unas pruebas de laboratorio como el módulo de rotura (ensayo a flexión), ensayo a compresión, ensayo a compresión y ensayo de absorción, se puede determinar el cumplimiento normativo y técnico que se requiere en Colombia para este tipo de prototipos.

Fase de ejecución

Fase praxeológica del ACTUAR: esta fase se fundamenta en la práctica y aplicación experimental para la elaboración de los adoquines y corroborar que las teorías establecidas en la fase anterior, donde se determina los aspectos técnicos en rotura-flexión, compresión y absorción de ladrillos y adoquines tradicionales frente a los prototipos desarrollados con biomateriales, el único fin, es generar comparaciones entre modelos y propuestas de los biomateriales utilizados tales como la cascarilla convertida en ceniza y la cascarilla normal como residuo, la comparación entre el biomaterial y los resultados establecidos de laboratorio son comparados con las técnicas tradicionales para verificar las Normas técnicas colombianas, ambientales y costo del prototipo, con ello se verifica calidad, aporte ambiental y valor de la inversión y viabilidad financiera de la propuesta.

Fase de evaluación

Fase praxeológica del ACTUAR: esta es la fase que recopila lo realizado en las tres fases anteriores ya que en esta se debe reflexionar acerca de lo que se aprendió durante el proceso de toda la ejecución del proyecto, para luego ver la viabilidad técnica y económica en un futuro.

Fase de seguimiento

Fase praxeológica de la DEVOLUCIÓN CREATIVA: en esta última fase el propósito es analizar y hacer una programación acerca del seguimiento que se le pueda hacer al proyecto y ubicar otras variantes que se puedan aplicar para reemplazar la arena o la grava por otros materiales igualmente reciclables. Aquí se aplicarán en una construcción real los adoquines y ladrillos obtenidos del proceso para verificar el comportamiento y cumplimiento de normas.

Se realizarán encuestas de sondeo sobre la aceptación de estos elementos pre-fabricados, como sustitutos de los ladrillos y adoquines tradicionales, dentro de la comunidad de constructores, tanto empíricos como profesionales y su real aplicabilidad a los procesos constructivos de la región.

Resultados y discusión

Inicialmente se realizaron los ensayos correspondientes a tres muestras de ladrillos comerciales en arcilla (ensayo a flexión, ensayo a compresión y ensayo de absorción) de acuerdo con lo exigido en la Norma Técnica Colombiana NTC 4017 método para muestreos y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla.

Cálculo del Módulo de Rotura (ensayo a flexión)

De acuerdo con la norma, se calcula el módulo de rotura, tomando los siguientes datos del ensayo:

- W es la Carga Máxima soportada por el prototipo antes de romperse expresada en Newtons.
- L es la distancia entre soportes medida en milímetros.
- X es la distancia del plano de falla al centro de la muestra, en milímetros.
- b es el ancho de la muestra en milímetros.
- d es la altura del prototipo.



Foto 1: Ensayo de flexión en laboratorio.
Fuente: elaboración propia.

A continuación, se realiza el cálculo del módulo de rotura, aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Módulo de Rotura} = 3W (L/2 - X) / bd^2$$

Se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\text{MD Muestra 1} = 3 (11570\text{N}) (195\text{mm}/2 - 38\text{mm}) / (103\text{mm}) (61\text{mm})^2 = 5,20\text{Mpa}$$

$$\text{MD Muestra 2} = 3 (2590\text{N}) (245\text{mm}/2 - 60\text{mm}) / (119\text{mm}) (54\text{mm})^2 = 1,39\text{Mpa}$$

$$\text{MD Muestra 3} = 3 (18810\text{N}) (234\text{mm}/2 - 50\text{mm}) / (105\text{mm}) (67\text{mm})^2 = 8,02\text{Mpa}$$

Cálculo de la Resistencia a la Compresión (ensayo a compresión)

Los prototipos son sometidos a la prueba de compresión, la cual consiste en aplicar una carga progresiva y perpendicular sobre la cara de trabajo del elemento hasta su falla. Para tal efecto, se toman los siguientes datos:

- W es la carga máxima aplicada en Newton (N).
- A es el área de trabajo del elemento (cara que recibirá la carga).

Se realiza el cálculo de la resistencia a la compresión:

Resistencia a la Compresión $C = W / A$

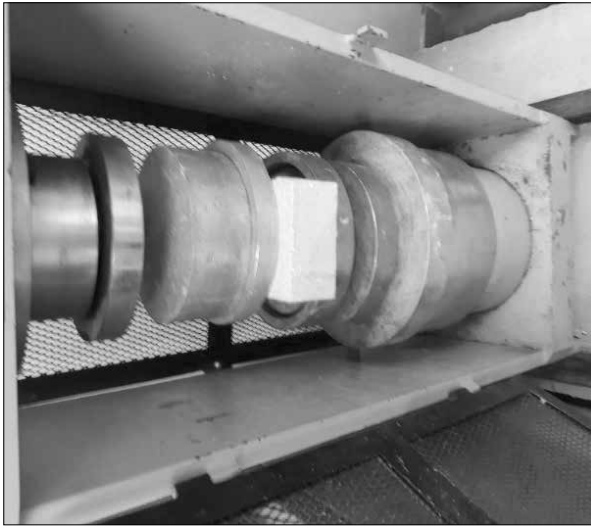


Foto 2: Ensayo de compresión en laboratorio.
Fuente: elaboración propia.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Muestra 1= $50580N / 210,429 \text{ Cm}^2 = 240,366 \text{ N/Cm}^2$

Muestra 2= $28250N / 298,69 \text{ Cm}^2 = 94,579 \text{ N/Cm}^2$

Muestra 3= $32630N / 253,05 \text{ Cm}^2 = 128,94 \text{ N/Cm}^2$

Ensayo de absorción

Este ensayo consiste en la inmersión de los elementos a estudiar en agua corriente durante 24 horas y se encuentra el porcentaje de absorción de agua en cada uno de los elementos. Para lo anterior se toman los datos de:

- Ws Masa antes de la inmersión (Elemento totalmente seco).
- Wb Masa después de la inmersión (Elemento sin sobrantes exteriores de agua).

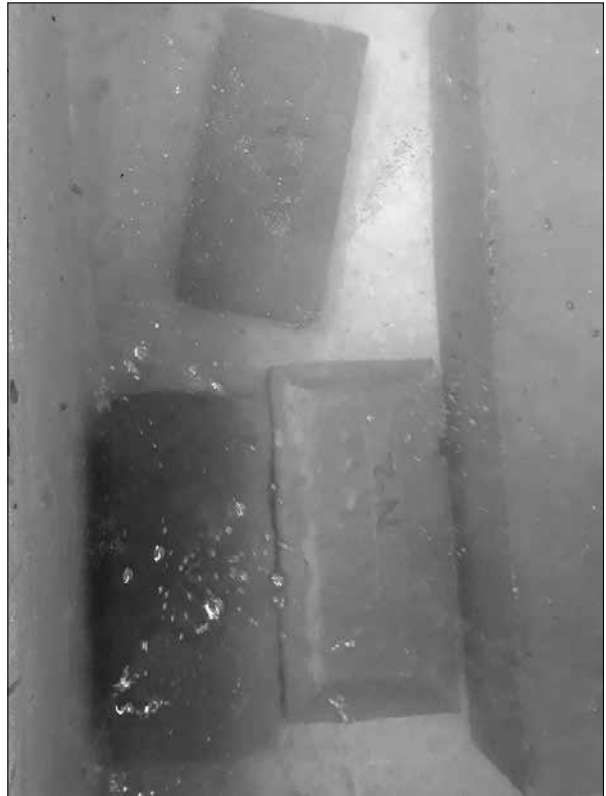


Foto 3: Ensayo de absorción en laboratorio.
Fuente: elaboración propia.

Realizamos el cálculo del porcentaje de absorción:

Cálculos

$$\text{Absorción \%} = 100 \times (Wb - Ws) / Ws$$

$$\text{Absorción Muestra 1 \%} = 100 \times (2636Kg - 2400Kg) / 2400Kg = 9,83\%$$

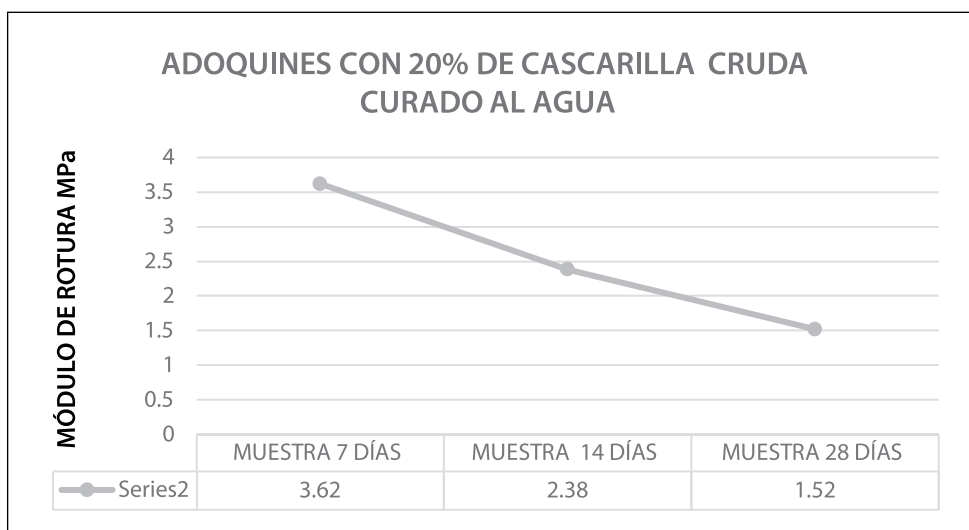
$$\text{Absorción Muestra 2 \%} = 100 \times (3174Kg - 2938Kg) / 2938Kg = 8,03\%$$

$$\text{Absorción Muestra 3 \%} = 100 \times (3532Kg - 3030Kg) / 3030Kg = 16,56\%$$

Con los resultados obtenidos de estas tres pruebas se crea la línea base de la investigación, sobre la cual se empezarán a evaluar los resultados obtenidos de los diferentes prototipos de adoquín con porcentajes diferentes de mezcla de cascarilla de arroz. Tal y como ya lo hemos manifestado, inicialmente se fabricarán adoquines con la mezcla de cascarilla de arroz totalmente cruda y luego se fabricarán prototipos de adoquín con la mezcla de cascarilla quemada y convertida en ceniza.

Es importante tener en cuenta que los resultados de nuestra investigación pueden indicarnos que los efectos de la cascarilla de arroz son contraproducentes para las propiedades básicas de un elemento de mampostería como el adoquín. Esto no invalida la investigación, sino que nos servirá como conclusiones importantes para entender el comportamiento de este material de reciclaje.

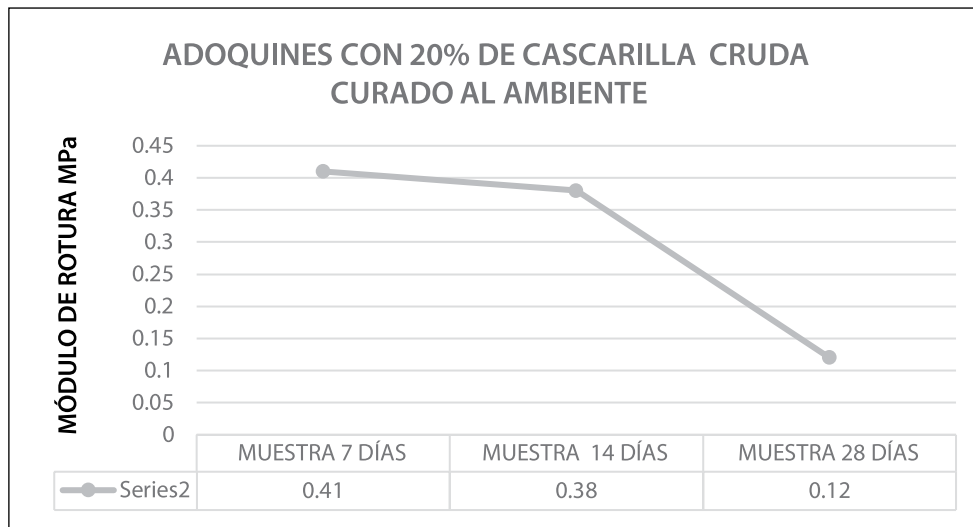
Ahora bien, los resultados obtenidos hasta este momento son los correspondientes a los adoquines con el agregado de la cascarilla cruda. El siguiente gráfico nos muestra los resultados obtenidos para el Módulo de Rotura de los prototipos de adoquín, mezclados con un 20% de cascarilla de arroz cruda.



Gráfica 1: Progresión del Módulo de Rotura en adoquines de mortero mezclados con 20% de cascarilla de arroz cruda en diferentes días de fraguado. Curado en agua. **Fuente:** elaboración propia.

Se observa un descenso en el valor del módulo de rotura a medida que se avanza en el fraguado de los adoquines, proceso que se efectuó con los prototipos sumergidos en agua.

En el siguiente gráfico se observan los resultados correspondientes a los ensayos con la misma periodicidad en el tiempo, con el mismo porcentaje de cascarilla de arroz, pero con un curado diferente, esta vez al ambiente.



Gráfica 2: Progresión del Módulo de Rotura en adoquines de mortero mezclados con 20% de cascarilla de arroz cruda en diferentes días de fraguado. Curado al ambiente. **Fuente:** elaboración propia.

En este proceso obtenemos resultados muy inferiores a los anteriores, lo cual nos va orientando hacia un proceso de curado con mejores desempeños, como lo es el curado en agua.

Conclusiones

Los ensayos realizados han permitido identificar las propiedades físico-mecánicas de tres unidades de ladrillos como su resistencia, porcentaje de absorción y módulo de rotura. De acuerdo a los resultados se puede establecer que cada ladrillo posee características diferentes y estos se pueden clasificar según su uso en tres tipos. De las muestras ensayadas, la número 3 es la que cumple con los requisitos de compresión y absorción dados en las NTC 3829 Adoquín de Arcilla para Tránsito Peatonal y Vehicular Liviano. Por lo tanto, esta muestra es de tipo II y se le puede dar uso en lugares tales como tiendas y calzadas exteriores.

Podemos concluir que la muestra de mortero con cascarilla de arroz a los siete días de curado arrojó un módulo de rotura de 2,07Mpa, es decir, una resistencia a la flexión mayor que la de la muestra dos de los bloques

comerciales, ya que de ella se obtuvo un resultado de 1,39Mpa. Esta comparación es favorable ya que se puede llegar a tener a los 28 días de curado una resistencia a la flexión mayor y por ende dando afirmación a las teorías dichas en otros países.

Según los resultados obtenidos en las gráficas podemos observar que en ambos procesos de curado se presenta una disminución de la resistencia a la flexión muy notable.

Se obtuvo solo un resultado favorable que fue el bloque de los siete días curado en agua, ya que alcanzó una resistencia a la flexión mayor que uno de los bloques comerciales fallados anteriormente.

Se concluye que el proceso de curado en agua es más factible para lograr una resistencia a la flexión mayor, ya que con el curado a temperatura ambiente no se obtuvieron los resultados deseados.

Agradecimientos

Los agradecimientos son dados en primera instancia a Dios por permitirnos esta oportunidad de aprender

y aportar conocimiento con nuestras actividades, al programa de ingeniería civil de la Corporación Universitaria Minuto de Dios Centro Regional Girardot, a los semilleros de investigación de FAMAUMAR y SIGAIC, especialmente a los estudiantes Yennifer Tatiana Restrepo Ramos, Jorge Enrique Gómez Giraldo, quienes con su trabajo y disciplina contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

Referencias

Camuñas, A. (1969). *Materiales de construcción*. Volumen II. Cádiz: Guadiana.

Góngora, A. (2013). "Secretaría de Infraestructura informó su gestión en Girardot. Extra". Tomado de <http://girardot.extra.com.co/noticias/politica/secretar%C3%ADa-de-infraestructura-inform%C3%B3-su-gesti%C3%B3n-en-girardot-67793>

Municipio de Girardot. (s.f). "Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos". Tomado de <http://girardot-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/38646139383934306166613535613565/planeacion.pdf>

Plancha Geológica 245 (1999). Municipio de Girardot. Servicio Geológico Colombiano.

El Tiempo (1999). "Basuras tienen en jaque a Girardot". Tomado de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-956490>

Instrucciones para los autores

La revista *Tecnología y Productividad* es una publicación de la Regional Cundinamarca con el apoyo del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA del SENA. Su objetivo es la publicación de artículos de alta calidad científica que fortalezcan las actividades y resultados de los seis centros de la Regional. Los proyectos de investigación publicados, lo consolidarán como líder en generación, innovación y transferencia de conocimiento, pertinente a la vocación regional, la competitividad de los sectores productivos, el emprendimiento y la empleabilidad, con equidad social.

Así mismo, propenderá por difundir los avances y resultados producto de la formación profesional integral, fundamentados en el desarrollo de competencias y el aprendizaje por proyectos que contribuyan al crecimiento personal, profesional y técnico de los aprendices para su vinculación al mundo de productivo.

FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS ARTÍCULOS:

- Todos los artículos serán evaluados por un grupo de expertos académicos e investigadores de trayectoria en el área del proyecto y serán revisados por el equipo editorial asignado para su evaluación.
- Los artículos deben ser inéditos y originales (no haber sido publicados por otro medio), y escritos en idioma español. Se recibirán artículos en formato digital en su última versión aprobada para evaluación y en formato reciente de Microsoft Word, en tamaño carta, Arial 12 puntos y espacio 1,5.
- Se debe dar los créditos a todas las personas que intervienen en el proyecto de investigación, así como a los colaboradores que aportan materiales al artículo como por ejemplo, fotografías, imágenes, tablas, etc.
- Es importante atender a las fechas asignadas en el cronograma de las convocatorias a publicar en la revista.
- Los artículos serán sometidos al proceso de edición, una vez que cumplan con las características de entrega y presentación.

- Los artículos deben contener: título en español y su traducción al inglés, nombre de los autores, grupo de investigación al que pertenecen, profesión y último grado de formación, correo electrónico, resumen en español de 500 caracteres y su traducción al inglés, palabras clave y keywords, introducción, metodología, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones y/o recomendaciones, referencias bibliográficas.
- Las imágenes, fotografías, gráficos o diagramas deben enviarse en archivos de origen por separado del documento de Word y en alta resolución (formatos que se aceptan: jpg, tiff, Photoshop o bmp, en 300 dpi).

Además, debe indicarse su ubicación en el documento de Word.

- Las tablas deben enviarse en formato editable en Word o Excel.
- Los artículos de la revista se deberán presentar en el sistema de referencias APA en su última versión.
- En caso de ser aceptado el artículo, el autor o los autores deberán firmar un formato de cesión de derechos patrimoniales para su publicación en la revista.
- El autor o los autores recibirán un ejemplar de la revista en el que aparezca publicado su artículo.



Tecnología y Productividad

VOL. 4, NO. 4, AÑO 4. DICIEMBRE DE 2018

La radio como mediadora para el reconocimiento de la mujer víctima del conflicto

Aproximación cualitativa de la psicología policial en el ejercicio del profesional de policía. Escuela de Policía Provincia de Sumapaz

Censo y caracterización de personas con diversidad funcional del municipio de Fusagasugá

Obtención de un granulado a partir de subproductos de la industria alimenticia por medio del diseño e implementación de una trituradora a escala semindustrial de Tetra Pak

Deficiencia que induce los fertilizantes y agroquímicos edáficos en la provincia del Tequendama y Cundinamarca con población víctima del conflicto armado

Bicicleta estática generadora de energía eléctrica como aprendizaje en el uso eficiente de energía

Elaboración de subproductos a base de gránulo de caucho

Solución amigable Eco-Vivienda rural autosustentable energéticamente

Ruta del Cacao, experiencia en el marco de la planificación turística

Diseño de empaques multimediales con materiales biodegradables para proteger desde la industria gráfica el medio ambiente

Desarrollo de una aplicación móvil para realizar el seguimiento a obras de construcción

Cazadores de genes: traducción de codones en secuencias de ADN mediante Python para la enseñanza en básica secundaria

Diagnóstico de biodigestores de bajo costo instalados con comunidades vulnerables y víctimas del conflicto, realizado por el SENA CTDPE durante los años 2011 al 2017

Prototipado de una matera autónoma, aproximación a la aplicación del modelo hidrológico FAO

Producción de guácimo (*Guazuma ulmifolia*) deshidratado a partir de especies nativas para suplir la necesidad de extractos vegetales en el proceso panelero

La ultra congelación como método de preservación y conservación de la granadilla (*Passiflora ligularis juss*)

Estimulación de la germinación de espinaca (*spinacia oleracea*) a través de electromagnetismo

Implementación de técnicas de agricultura de precisión para el establecimiento de un semillero de cebolla cabezona (*Allium cepa*) Pasca - Cundinamarca

Variación del (DAP) y producción en una plantación de caucho natural del Bajo Cauca antioqueño, usando QGIS

Transformación de biomateriales en usos eficientes, sustentables y sostenibles de la construcción en la ciudad de Girardot - Cundinamarca

