

Volumen 2 de 2020

E-ISSN: 2665-4598 / ISSN: 2665-4601



Revista GIPAMA



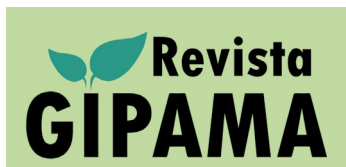
**Grupo de Investigación
para la Producción Primaria,
Agroindustria y Medio Ambiente**

**Centro para el Desarrollo
Agroecológico y Agroindustrial**



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



Segunda Edición

Grupos de investigación GIPAMA

Revista GIPAMA

ISSN: 2665-4601

e-ISSN: 2665-4598

Periodicidad: Anual

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial

Calle 9 N° 19 -120, Sabanalarga, Atlantico, Colombia

Telefono: (5) 3851285 Ext: 52151

taltamarp@sena.edu.co

teresa.altamar@misena.edu.co

Copyright

Todos los derechos reservados. La publicación de los artículos en la revista GIPAMA es responsabilidad de los autores, los artículos publicados en medios impresos y electrónicos están autorizados por los autores mediante carta de cesión de derechos de autor.

Los textos publicados son propiedad intelectual de los autores y la revista, que pueden utilizarse con propósitos educativos y académicos, siempre que se cite al autor y la publicación. Las opiniones contenidas en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan el pensamiento del editor y consejo Editorial de la Revista.

Calidad editorial y propiedad intelectual

La revista se acoge a los lineamientos de copyright: Creative Commons 4.0, la política: Atribución – No comercial – Compartir igual. <https://co.creativecommons.org>



Este tipo de política suelta el reconocimiento al derecho de autoría de carácter no comercial y que deben compartir la información tal y como esta publicado en la página web.



Los Textos publicados son propiedad intelectual de los autores y de la revista, que pueden utilizarse con propósitos educativos y académicos, siempre que se cite el autor y la publicación. Las opiniones contenidas en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente el pensamiento del Editor y el Consejo Editorial de la Revista.



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA



Carlos Mario Estrada

Director General del SENA

Helman Castañeda Castañeda

Coordinador Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica

Jacqueline Rojas Solano

Directora Regional SENA Atlántico

Carmen Sofía Daza Beltrán

Subdirector (E) del Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial

COMITÉ EDITORIAL Y CIENTÍFICO



Teresa De Jesús Altamar Pérez

Líder de Investigación Del Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial

Yaceris Mercedes Castro Escorcía

Instructor Del Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial

Enedys Flórez Cortes

Instructor Del Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial

Muriel Carolina Barrios Fontalvo

Profesional Evaluador Del Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial

Jaime Andrés Morales Saavedra

Diseñador Editorial Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica

MISIÓN

Publicar artículos científicos realizados por instructores y aprendices de SENA y de más instituciones educativas, arbitrados por un comité de pares de reconocido, sobre el área de educación producción primaria, agroindustria, medio ambiente y emprendimiento. Divulgar trabajos con solidez teórica metodológica y actual que contribuyan al desarrollo académico del país.

MISSION

Publish scientific articles produced by instructors and apprentices of SENA and of other educational institutions, arbitrated by a committee of recognized peers, on the area of education, primary production, agro-industry, environment and entrepreneurship. Disseminate works with methodological and current theoretical solidity that contribute to the academic development of the country.

VISIÓN

Para el 2029 ser reconocida como una herramienta de publicación científica de innovación con pertinencia académica con énfasis en área de educación producción primaria, agroindustria, medio ambiente y emprendimiento.

VIEW

By 2029, it is recognized as an academic scientific publication tool with academic relevance, with an emphasis on education, primary production, agro-industry, environment and entrepreneurship.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN GRUPO GIPAMA

Producción primaria

Agroindustria

Medio ambiente

Emprendimiento

RESEARCH LINES GRUPO GIPAMA

Primary production

Agroindustry

Environment

Entrepreneurship



Editorial.....	6
----------------	---

AGROINDUSTRIA

Producto alimenticio obtenido de harina de cáscara de plátano maduro (<i>Musa paradisiaca</i> L.) y maíz blanco (<i>Zea mays</i>) para consumo humano	8
<i>Genisberto Barreto, Dilia Villafañe Núñez, Luzdary Pérez Padilla</i>	
La Atemoya, una fruta tropical con mercado potencial en Colombia De Pasto Como Alternativa.....	22
<i>Jorge Zapara Ortiz.</i>	
Elaboración de un snack funcional tipo chips de ñame (<i>Dioscorea alata</i>) y batata (<i>Ipomonea batata</i>) fortificados con vitamina C	29
<i>Yair García Pacheco, Javier Ramírez, Laura Nova Díaz, Joel Verbel Vergara.</i>	
Diseño y caracterización de una crema untada a partir de semillas de marañón (<i>Anacardium occidentale</i> L.).....	38
<i>Yair García Pacheco, Haidyn Algarín De León, Darina Pertúz Fontalvo, Dary Luz Rivera Pertúz.</i>	
Elaboración y caracterización de pan de molde a base de harina de chí (salvia hispánica L.) y quinua (<i>Chenopodium quinoa wild</i>).....	44
<i>Jennifer Navarro Martínez y Shadia Pereira Jalilie.</i>	

MEDIO AMBIENTE

Construcción de un biodigestor para la generación de biol y biogás a partir de residuos orgánicos.....	55
<i>Cesar Escorcía, Norys Ortiz y Víctor Polo Calvo..</i>	
Sistema innovador de cosecha de agua por medio de condensadores no convencionales.....	64
<i>Guillermo Vega Ortega, Víctor Polo Calvo, Stefanía Hernández Olmos, Julián Serna Ovalle.</i>	
Diagnóstico ambiental del canal del Dique: determinación de la calidad del agua y generación de residuos sólidos	72
<i>Liseth Brievas Rojas y Laura Ramírez Wilches.</i>	
Promover la pedagogía ambiental a través de la implementación de puntos ecológicos automatizados	80
<i>Jhonattan Cano Vargas, Jesús Céspedes Rangel, Andrea Dávila Cadena, Marieth Orcasitas Peñolozza..</i>	

PRODUCCIÓN PRIMARIA

Diseño de un carro teledirigido con sensor de temperatura y humedad	87
<i>William Gómez Murillo y Yicely Hernandez Gómez.</i>	
Implementación de un sistema de acuaponía sustentable modular.....	92
<i>GCarlos Saavedra Gualtero, Ana Cárdenas Forero, Fabián Freyle Corro.</i>	
Desarrollo de un software como herramienta administrativa para la planeación de la producción en las unidades productivas del SENA La Salada	98
<i>Carlos Alvis, Edwin D. Betancur, Yissel Chitiva.</i>	



La segunda edición de la revista GIPAMA presenta a la comunidad científica una recopilación de artículos de investigación, en los que diferentes autores comparten con la academia los avances y resultados de sus investigaciones en las ramas de agroindustria, medio ambiente y producción primaria.

Las investigaciones que conforman el bloque de agroindustria se enfocan en la elaboración y desarrollo de alimentos a base de materias primas propias de la región, los cuales buscan suplir las necesidades alimentarias de la población con comestibles ricos en nutrientes y de fácil acceso, lo cual contribuye significativamente al desarrollo de más y mejores alternativas de alimento a las familias del país.

En el campo del medio ambiente las investigaciones apuntan al estudio de diversas formas de aprovechar los recursos naturales renovables y no renovables, procurando una sostenibilidad ambiental que permita disponer por mucho más tiempo de los beneficios naturales que oferta el planeta tierra, aunado a ello, se trabaja en la promoción de una pedagogía ambiental que promueva la reutilización de los desechos, coadyuvando a la creación de ciclos que permitan tener una relación amigable con la naturaleza.

Por su parte, la producción primaria engloba todas aquellas actividades productivas que involucran el campo y las estrategias que facilitan el trabajo en el mismo, en este sentido, las investigaciones tienen el objeto de crear herramientas que mejoren las actividades de los campesinos en el tratamiento de sus cultivos, implementando nuevas formas de cultivar alimentos y de recopilar la información obtenida en los distintos procesos de producción. Convirtiéndose esta área en una herramienta indispensable para el sector productivo del campo colombiano.

Los diferentes tópicos que integran esta revista recopilan información valiosa para la academia y el sector productivo del país, lo que convierte a GIPAMA en una ruta para la creación de nuevas ideas de investigación, que encuentran su nacimiento en la solución de problemáticas ambientales, agrícolas y productivas del país.

Muriel Barrios Fontalvo



AGROINDUSTRIA

Producto alimenticio obtenido de harina de cáscara de plátano maduro (*Musa paradisiaca* L.) y maíz blanco (*Zea mays*) para consumo humano

Food product obtained from ripe banana peel flour (*Musa paradisiaca*) and White corn (*Zea mays*) for human consumption

Genisberto Barreto-Rodríguez¹

Dilia Villafañe-Núñez²

Luzdary Pérez-Padilla³

RESUMEN

El plátano (*Musa paradisiaca* L), tiene propiedades altamente nutricionales que permiten la alimentación óptima del hombre, la disminución de los problemas de seguridad alimentaria y deficiencias en el organismo. En este estudio se utilizó la cáscara del fruto maduro, la cual se transformó en harina para su evaluación fisicoquímica y microbiológica y así comparar el aporte nutricional contrastado con la harina de maíz tradicional, obteniendo porcentajes significativos comparados con la harina de referencia. Luego, se propusieron cuatro formulaciones diferentes realizadas con harina de maíz y harina de la cáscara de plátano maduro para análisis sensorial de escala hedónica; la formulación de mayor aceptación fue la conformada en su mayor porcentaje de harina de maíz y una mínima parte de harina de cáscara de plátano maduro. Finalmente, con la formulación elegida, se procedió a determinar su aporte fisicoquímico, mineral y microbiológico, el cual presentó resultados de alto valor para la nutrición humana con respecto a humedad, proteína, grasa, carbohidratos, calorías, vitamina A, vitamina C, y contenido de potasio, cumpliendo en cada uno de los casos con los niveles microbiológicos exigidos por la normativa. Los resultados fueron comparados con la harina y arepa de maíz tradicional, logrando concluir que las concentraciones de las propiedades obtenidas en la investigación resultan beneficiosas.

Palabras Clave: Plátano, arepa, maíz, nutrición, cáscara.

ABSTRACT

The banana (*Musa paradisiaca* L), has highly nutritional properties that allow the optimal feeding of man, and the reduction of food safety problems and deficiencies in the body. In this study, the ripe fruit peel was used, which was transformed into flour for its physicochemical and microbiological evaluation to compare the nutritional contribution contrasted with traditional cornmeal, obtaining significant percentages compared to the reference flour. Then, four different formulations made with cornmeal and ripe banana peel flour were proposed for hedonic scale sensory analysis; The most widely accepted formulation was the one with the highest percentage of cornmeal and a minimum part of ripe banana peel flour. Finally, with the chosen formulation, we proceeded to determine its physicochemical, mineral and microbiological contribution, which presented results of high value for human nutrition with respect to moisture, protein, fat, carbohydrates, calories, vitamin A, vitamin C, and potassium content, complying in each case with the

1 Químico Farmacéutico, Universidad del Atlántico, genibarreto15@hotmail.com, Barranquilla.

2 Estudiante de Química y Farmacia, Universidad del Atlántico, devillafanenunez@gmail.com, Barranquilla.

3 Estudiante de Química y Farmacia, Universidad del Atlántico, luz-dary06@hotmail.com, Barranquilla.

microbiological levels required by the regulations. The results were compared with traditional corn flour and arepa, concluding that the concentrations of the properties obtained in the investigation are beneficial.

Key Words: *banana, arepa, corn, nutrition, husk.*

I. INTRODUCCIÓN

La falta de adquisición de alimentos ha llevado al ser humano a padecer problemas de hambre y malnutrición, a nivel mundial en el año 2016 los niveles de hambre en la población ascendían a 815 millones de personas de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Panamericana de la Salud (2017). Además, se asume que estas cifras han ido en aumento debido a factores como la pobreza, los conflictos armados y el cambio climático (Organización Mundial de la Salud, 2017). En Colombia de 2005 a 2013 se produjeron 3756 muertes por desnutrición (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016). Esta información indica la existencia de un problema de seguridad alimentaria con graves consecuencias que debe mitigarse inmediatamente. Esta investigación nace con el propósito plantear la utilización de un alimento de fácil adquisición y de bajo precio, para ello se plantea la arepa a base de harina de maíz blanco y harina de cáscara de plátano maduro, donde la arepa de maíz resulta un atractivo alimento debido a su alto consumo en Colombia y Venezuela (Hernández, Guerra & Rivero, 1999). Adicionalmente, la cáscara de plátano aporta a la conservación de alimento por su baja concentración de humedad, su alto contenido de carbohidratos, fibra dietaria, su alto consumo en la población por presencia de vitamina C, vitamina A y potasio, su

posible utilización en la alimentación de los diabéticos, su acción antioxidante y usos en terapéutica, cosmética y área alimentaria (Pereira & Maraschin, 2014). De igual forma se contribuiría a la degradación rápida de la cáscara del plátano, impactando positivamente en el medio ambiente. Para determinar la posibilidad de contribuir a esta problemática se plantea el siguiente interrogante ¿De la harina de cáscara de plátano maduro y harina de maíz podría obtenerse un alimento, que cumpla con las características nutricionales para ser usado como alternativa alimentaria?

El planteamiento del problema gira en torno a obtener una harina a partir de la cáscara de plátano maduro (*Musa paradisiaca*) en estado de madurez comercial, evaluando sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, morfológicas, funcionales y granulométricas requeridas por la Norma Técnica Colombiana 2799 de 1991; el primer paso de la investigación es determinar las propiedades nutricionales y microbiológicas en fuentes secundarias para la harina de maíz, luego obtener diferentes formulaciones del producto alimenticio a base de harina de cáscara de plátano maduro y harina de maíz y así determinar la de mayor aceptación por medio de una prueba sensorial, con lo que se elaborará un alimento a base de la harina obtenida de la cascara de plátano maduro y harina de maíz para evaluar sus características químicas, fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de acuerdo

con las especificaciones de la Norma Técnica Colombiana 5372 de 2007 y finalmente determinar la importancia nutricional del producto elaborado con la harina de maíz comercial y su significancia en la disminución de los costos de adquisición. Esta propuesta alimenticia permitiría su adquisición a costos menores, con ciertas propiedades nutricionales en mayores concentraciones que las obtenidas del alimento de la harina tradicional de maíz blanco y que de forma directa contribuya en un aporte beneficioso para el ambiente en cuanto al largo tiempo de descomposición de la cáscara de plátano maduro.

II. METODOLOGÍA

El diseño de esta investigación es de tipo mixto, toda vez que pretende elaborar un alimento a base de cascara de plátano y al mismo tiempo determinar las características químicas, fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del alimento, contrastándolo con las especificidades de la normativa colombiana que regula ese tipo de alimentos.

Procedimiento.

Se seleccionaron aleatoriamente plátanos maduros de almacenes de cadena del Departamento del Atlántico cuya cáscara cumpliera con las siguientes especificaciones: ausencia de microorganismos, ausencia de defectos físicos y estar en estado de madurez comercial. Los plátanos fueron pelados y se realizó limpieza y desinfección de la cáscara; luego, se determinó el pH, los sólidos solubles, la acidez titulable e índice de madurez.

La determinación de pH se realizó por el método potenciométrico, empleando un potenciómetro portátil marca Boeco PT-380, (Norma Técnica Colombiana 440, 2015). La concentración de Sólidos solubles se determinó por el método refractométrico, empleando un refractómetro digital marca MA871 Milwaukee (0 - 85% Brix), expresando el resultado en grados Brix, (Norma Técnica Colombiana 440, 2015). La determinación del porcentaje de acidez titulable se realizó por el método volumétrico, (Norma Técnica Colombiana 440, 2015), expresando el resultado como porcentaje de ácido málico y el índice de madurez de la cáscara del plátano de la relación entre el valor mínimo de los sólidos solubles totales y el valor máximo de la acidez titulable (Mazzeo, Alzate, Marín., 2008).

Las cáscaras de plátano maduro, en adelante (CPM), fueron cortadas a 2cm², sumergidas en ácido cítrico al 1% por 5 minutos y posteriormente escaldadas a 95°C durante 5 minutos para su inactivación enzimática. Transcurrido el tiempo de escaldado se secaron las cáscaras en estufa de desecación marca Memmert U30 a 45°C durante 6 horas, al finalizar la etapa de secado, se molieron en un molino eléctrico marca Proctor Silex Blanco.

La harina se caracterizó fisicoquímica y microbiológicamente, de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana 2799 de 1990. La determinación de humedad se realizó mediante el método de pérdida por secado empleando una balanza de humedad marca OHAUS MB35-Halogen, (Norma Técnica Colombiana 2799, 1990). El contenido de cenizas se determinó gravimétricamente por la pérdida de materia generada por la ignición en Mufla Terrígeno (Association of Official Analytical Chemist,

2005). La determinación de pH, se realizó mediante método potenciométrico, con un potenciómetro portátil marca Boeco PT-380 (Norma Técnica Colombiana 440, 2015). El contenido de grasa total se realizó por el método Soxhlet, empleando un extractor de marca VELP SCIENTIFICA SER-148, (Norma Técnica Colombiana 2799, 1990). La determinación de Fibra cruda se realizó mediante el método de Hidrólisis ácido-básica empleando un embudo de Buchner de porcelana con bomba de vacío ROCKER-300 y una estufa de desecación marca Memmert U30 (Association of Official Analytical Chemist, 2012). El contenido de proteínas se realizó por el método de Kjeldahl (ISO 20483, 2013), usando un digestor BUCHI K-424 y destilador BUCHI K-314. La determinación de carbohidratos y valor energético se realizó por cálculo matemático indirecto de Factores de Atwater (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015).

Los análisis microbiológicos realizados fueron los indicados por la Norma Técnica Colombiana 2799 de 1990 para la harina de plátano y la Norma Técnica Colombiana 5372 de 2007 para las arepas. El tamaño de partícula de la harina fue determinado por el método granulométrico empleando tamices de número 40 (425um), 80 (180um) y 100 (150um) (Norma Técnica Colombiana 3594, 2010 y Association of Official Analytical Chemist, 1982). El color de la harina de cáscara de plátano maduro fue determinado por el espectro CIE L* a* b*. Los datos obtenidos se ingresaron en el programa NIX Color Sensor, el cual detalla las características del color. Además, se determinó el indicador de color (IC) por el método presentado en Domene. El análisis de las propiedades funcionales y morfológicas, se

inició con la obtención del almidón de la harina de cáscara de plátano maduro por el método seco. Los ensayos funcionales y morfológicos a realizar en el almidón (Contenido de amilosa y amilopectina, temperatura de gelatinización, índice de solubilidad en agua, índice de absorción de agua, viscosidad y apariencia microscópica) obtenido de la harina de cáscara del plátano maduro, se realizó de acuerdo a lo indicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2007).

Harina de maíz.

La harina de maíz blanco (HMB) comercial fue obtenida de almacenes de cadena que cumplieran con las condiciones de higiene adecuadas. La cantidad de harina adquirida fue aproximadamente de 1000g. Las propiedades químicas, microbiológicas y de composición nutricional de la HMB se obtuvieron siguiendo los parámetros establecidos en la Norma Técnica Colombiana 3594 de 2014.

Formulaciones de la arepa a base HCPM y HMB.

Se desarrollaron 4 formulaciones como base para determinar el producto de mayor aceptación por parte de los panelistas, basándose en formulaciones propuestas por Torres y Guerra (2003) para la sustitución parcial de harina de maíz precocida con harina de Quinchoncho (*Cajanus cajan*) para la elaboración de arepas y por Girón (2016) para la elaboración y valoración de galletas funcionales a base de cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca* L.) enriquecidas con semillas de Zambo (*Curcubita ficifolia*) y endulzadas con Stevia.

Las formulaciones se tenían las siguientes composiciones:

- Formulación 1: (0% HM:100%HCPM).
- Formulación 2: (25% HM:75% HCPM).
- Formulación 3: (50%HM:50%HCPM).
- Formulación 4: (75%HM:25%HCPM).

La variable dependiente es la valoración del consumidor de la formulación más aceptable para el paladar, teniendo como factores el carácter evaluado (color, sabor, textura y olor) y los respectivos niveles con su valor para cada factor fueron: Me gusta extremadamente (V=7), Me gusta mucho (V=6), Me gusta ligeramente (V=5), No me gusta ni me disgusta (V=4), Me disgusta ligeramente (V=3), Me disgusta mucho (V=2) y No me gusta (V=1).

La variable independiente fue definida por la variación de la concentración de las harinas (cáscara de plátano maduro y harina de maíz) en el producto para determinación de la aceptabilidad del consumo humano, como se describe en formulaciones.

Selección de formulación de mayor aceptación mediante prueba sensorial.

Para determinar la aceptabilidad del producto en los panelistas, se dispusieron de 4 formulaciones en diferentes concentraciones que se presenta previamente en el apartado de formulaciones, las cuales se evaluaron por medio de una prueba piloto usando el método Afectivo de Prueba Hedónica Verbal, para lo cual se escogió un número de 30 personas pertenecientes al barrio Alfonso López del municipio de Santo Tomas-Atlántico de edades entre los 14-58 años. A cada panelista se le entregó por separado una porción de 5g de la arepa asada (La muestra se preparó

de la forma tradicional de preparación de una arepa asada) de cada una de las formulaciones elaboradas, junto con un vaso de agua entre cada formulación, realizándose en una jornada de 12:00m a 6:00pm. El nivel de aceptabilidad de cada formulación fue registrado en un formato de prueba de aceptación constituido por la escala de siete puntos, que se entregó a cada uno de los evaluadores. Al culminar, la prueba se analizaron los datos y se determinó la formulación de la arepa de mayor aceptabilidad de los 4 parámetros (Sabor, color, textura y olor) evaluados.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

Caracterización fisicoquímica de la CPM.

La acidez titulable en la cáscara se determinó con base al porcentaje de ácido orgánico más abundante presente en la cáscara de plátano maduro, en este caso la literatura lo presenta como el ácido málico, obteniéndose como resultado 0.536% en la cáscara de plátano maduro, que en comparación con la acidez titulable del grano de maíz blanco de referencia (Ladino y Valencia, 2014), muestra similitud en cuanto a la presencia de un ácido de diferente naturaleza que se encuentra libre en la materia prima en estudio, en cuanto a la expresión de ambos en ácido sulfúrico, se observa una mínima diferencia, lo cual indica mayor acidez en la cáscara de plátano que en el grano de maíz. Un estudio adicional realizado por Ponce (2018), demuestra el porcentaje de acidez titulable de la harina de cáscara de plátano verde en 0,645% expresado en ácido sulfúrico. Debido a que la bibliografía de discusión obtenida expresa el resultado en porcentaje de ácido sulfúrico, se realizó el respectivo cálculo obteniéndose un

porcentaje de 0,613% ácido sulfúrico, lo cual indica que existe una diferencia poco notable entre la acidez de una cáscara de plátano maduro y la harina de cáscara de plátano verde (Ponce, 2018). Los sólidos solubles, determinados para la cáscara de plátano maduro (1,0°Brix), al compararse con el resultado encontrado para el grano de maíz (referencia) de 8°Brix (Ladino y Valencia, 2014), resulta de menor valor, lo cual apoya la bibliografía descrita en la introducción sobre la utilización recomendada de la CPM en pacientes con diabetes (Fundación Española de la Nutrición, 2019). El pH obtenido en la harina en estudio fue de 5,8, al realizar la comparación con la harina de referencia de 7,2 (Ladino & Valencia, 2014), demuestra su naturaleza ácida, que frente al pH de la harina de cáscara de plátano verde de 4,74 (Ponce, 2018), se observa una diferencia en los estados de madurez en los que se ubican cada uno; por lo que se podría concluir que la cáscara de plátano verde es más ácida que la cáscara de plátano maduro. Al determinar el índice de madurez se obtuvo un valor de 1,87 para la cáscara de plátano maduro, de gran diferencia al compararlo con el grano de maíz de referencia, por su valor de 16,6 (Ladino & Valencia, 2014). En cuanto a la comparación del resultado con estudios previos realizados a la cáscara de plátano maduro, no es posible por la no existencia de datos que permitan su evaluación y sólo puede inferirse que la cáscara en el estado de madurez de estudio presenta el índice de madurez determinado.

Evaluación fisicoquímica de la harina a base de CPM.

Se realizaron los análisis para la caracterización fisicoquímica de la harina obtenida de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.) maduro, tal como se describió en los métodos.

El contenido de humedad de la harina en estudio (3,24%), en comparación la humedad de la harina de maíz blanco (12,0%), esta última presenta una humedad mayor (ICBF., 2015), esto puede deberse a la presencia de almidón en el maíz y su respectiva retención de agua; la pulpa de plátano maduro presenta una humedad mayor (68,4%) a las materias primas comparadas previamente, lo cual indica el nivel probabilidad de presencia de microorganismos y poca vida útil. La humedad (6,5%), (Torres, Sancho & Gozzi, 2018), se aproxima con el valor obtenido. El contenido de cenizas de la harina en estudio (7,08%), en comparación la ceniza de la harina de maíz blanco (1,3%) y en la pulpa de plátano maduro (0,9%) (ICBF., 2015), resulta con un porcentaje mayor, lo que indica la presencia de material inorgánico como los minerales. Para la comparación con las cenizas de harinas de cáscara de plátano verde (12,96%; 9,89%) (Mosquera et al., 2013 y Ponce et al., 2018), no resulta consecuente con la concentración obtenida. En cuanto a la ceniza (11,3%) (Torres, Sancho & Gozzi, 2018), indica una diferencia en puntos mayores en las bananas. El pH de la harina en estudio (5,5) detalla una naturaleza ácida. El contenido de grasa de la harina en estudio (3,66%), en comparación con los lípidos de la harina de maíz blanco (3,7%) (ICBF., 2015), resulta consecuente, por lo que permitiría su utilización como suplemento de grasa natural a falta de la tradicional harina de maíz.

En la pulpa de plátano maduro (0,2%) resulta en menores concentraciones que la harina en estudio. Al comparar con los lípidos (5,6%) presentada en el estudio previo en harina de cáscara de plátano maduro (García et al. 2004), esta resulta en mayor concentración que el

valor obtenido en la harina en estudio. Para la comparación con la grasa de harinas de cáscara de plátano verde (5,21%; 5,04%) (Mosquera et al., 2013 y Ponce et al., 2018), resulta cercana pero no definitiva para utilizarse como suplemento, debido a encontrarse en mayores concentraciones en la cáscara del plátano verde. El contenido de fibra cruda de la harina en estudio (9,09%), no se comparó con la fibra cruda de la harina de maíz blanco porque no se encontraron datos que analizar.

Para la comparación con el valor de las harinas de cáscara de plátano verde (10,08%) (Ponce et al., 2018), resulta cercano el valor al obtenido, indicando que la cantidad de alimento no digerido y que produce una fermentación parcial en el intestino es mayor en la harina de cáscara de plátano verde. El contenido de proteínas de la harina en estudio (8,04%), en comparación la proteína de la harina de maíz blanco (9,1%), (ICBF., 2015), resulta con un porcentaje consecuente lo que indica la posibilidad de utilizar como suplemento para obtención de proteína. Al comparar con el valor (8,0% – 9,1%) presentado en el estudio previo en harina de cáscara de plátano maduro (García et al. 2004), harinas de cáscara de plátano verde (9,59%; 8,26%) (Mosquera et al., 2013 y Ponce et al., 2018), resulta consecuente con el valor obtenido en la harina en estudio. El producto tiene una concentración baja de proteína (5,8%) (Torres-Oblitas, Sancho & Gozzi., 2018), comparado con la harina en investigación, por lo que la preferencia hacia la harina de cáscara de plátano maduro sería mayor. El contenido de carbohidratos de la harina en estudio (77,96%), en comparación al valor de la harina de maíz blanco (70,2%), (ICBF, 2015), resulta con un porcentaje mayor lo que indica mayor

presencia de azúcares que de almidón en la harina, contrario en la pulpa de plátano maduro (29,6%). Al comparar con los carbohidratos (61,7% – 70,0%) presentados en el estudio previo en harina de cáscara de plátano maduro (García et al. 2004), esta es aproximada con el valor obtenido en la harina en estudio. El valor energético, que provee la harina en estudio (377 kcal/100g), en comparación con las calorías de la harina de maíz blanco (365 kcal/100g), (ICBF, 2015), resulta aproximada y valiosa para utilización como suplemento calórico. Al comparar con el valor energético (326 – 366 kcal/100g) presentado en el estudio previo en harina de cáscara de plátano maduro (García et al., 2004) y harina de cáscara de plátano verde (363; 312 kcal/100g) (Mosquera et al, 2013 y Ponce et al., 2018), estas son consecuentes con el valor obtenido en la harina en estudio. El valor energético (133kcal/100g) (Torres-Oblitas, Sancho & Gozzi., 2018), es sustancialmente bajo comparado con la harina investigada.

Finalmente, la harina presenta humedad (3,24%), proteína (8,04%) y valor energético (377 kcal/100g) que resulta aceptable dentro de las especificaciones de las normas para harina precocida de maíz (máx. 13%, min. 6,0% y 346-351 kcal/100g, respectivamente) (Norma Técnica colombiana 3594 de 2014) y harina de plátano (máx 10%, min. 2,0% y 346-351 kcal/100g, respectivamente) (Norma Técnica colombiana 2799, 1991).

Evaluación microbiológica de la HCPM y HMB.

Los análisis microbiológicos realizados a la harina bruta de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.) maduro cumplió con las exigencias requeridas por la norma de referencia

(Norma Técnica Colombiana 2799, 1991), equivalentemente el producto final evaluado con las exigencias de la norma (Norma Técnica Colombiana 5372, 2007).

Caracterización morfológica y funcional de la HCPM.

La caracterización morfológica y funcional no se realizó debido al bajo rendimiento en la obtención de almidón de grandes cantidades de muestra, lo que resultó ineficaz para hacer las respectivas pruebas debido a que el plátano está constituido en mayor concentración de almidón mientras está verde, pero al madurar su porcentaje disminuye y se convierte en azúcares, así lo confirma Lambis, Hernández, Morales, Marín. y Pasquino (2015), quienes indican que el contenido de almidón en el fruto de plátano es de aproximadamente del 50% en base seca, al madurar el plátano se rompen las moléculas de almidón convirtiéndose en azúcares, dentro de lo cual su contenido de amilopectina y amilosa disminuye consecuentemente. Por su parte Fernández et al., (2013) plantean que los plátanos verdes contienen del 20-22% de materia seca, principalmente almidón, cuando llegan a su estado de madurez este almidón se convierte en azúcares simples como sacarosa (66%), glucosa (20%) y fructosa (14%).

Caracterización granulométrica de la HCPM.

En la tabla 1, se presenta la granulometría de la harina de cáscara de plátano maduro, donde se indica que el tamaño de partícula de la harina bruta es de 180um, perteneciendo al 39,9% del total tamizado, por lo cual se realizó una molienda nuevamente para la harina restante cuyo tamaño de partícula no cumplía con lo requerido por la norma de harina precocida.

Tabla 1

Granulometría de la HCPM.

N° Tamiz	Apertura de malla um	Material retenido (g)	% Material retenido
40	425	9,36	16,3
80	180	22,85	39,9
100	150	3,53	6,16
Fondo	<150	21,59	37,64
Total		57,33	100

Fuente: Elaboración propia.

Determinación del color.

Los datos obtenidos en el espectro CIE L* a* b* y el programa NIX Color Sensor, indica la tendencia al amarillo por los valores positivos de los parámetros. El índice de color presenta al color orientado hacia el amarillo verdoso, dentro de los parámetros cromáticos, la L*= 53,04., a*=2,87 y b*= 118,53. El índice de color es 0,456. El color característico de la harina es obtenido por la exposición a oxígeno, que se relaciona con los niveles de antioxidantes (polifenoles), en este caso la actividad de la enzima polifenol oxidasa (PFO), pierde su función durante la maduración de la cáscara, lo cual tiene como consecuencia el aumento de la concentración de polifenoles (Quiceno, Giraldo & Villamizar, 2014).

Prueba sensorial.

En la figura 1, se presenta para efectos de resumen los resultados de la prueba sensorial realizada para las cuatro formulaciones propuestas, presentando sólo resultados para un único punto de evaluación “Me gusta mucho”. En el gráfico se observa la aceptación del producto F4 (75% HMB y 25% HCPM), con mayor número de aceptabilidad, seguido

por la F3, F1 y F2, respectivamente. La formulación F1, fue aceptada por la población de 45-58 años. Con respecto a los demás puntos evaluados, con respecto a cada carácter se describe de la siguiente forma; perfil del sabor (43,33% definiendo su respuesta como “No me gusta ni me disgusta”), perfil de la textura (“No me gusta ni me disgusta”), perfil del olor (aceptabilidad dada a la formulación F2 y F4 para la característica de Olor, ocupando el 36,67% de la población total. El 20% “No les gusta” el color de la arepa perteneciente a la F1), y perfil del color (la formulación 4 con un 46,67% de aceptación de la población).

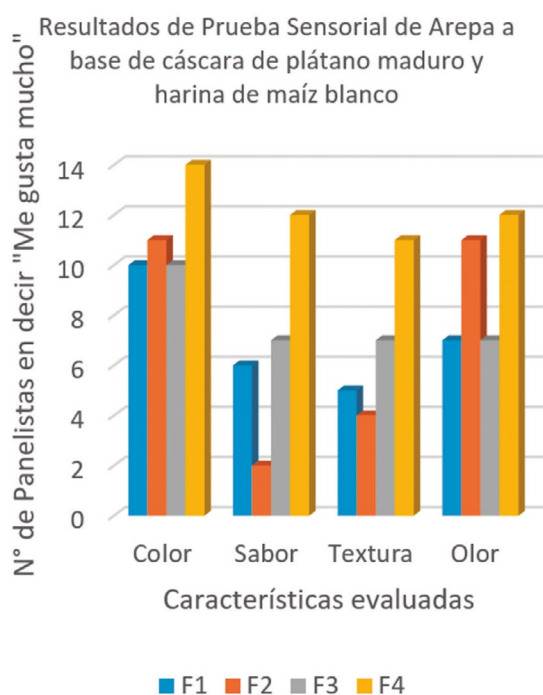


Figura 1. Resultados de prueba sensorial de “Me gusta mucho” en los diferentes caracteres evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de las características fisicoquímicas de la arepa a base de HMB y HCPM según especificaciones de la NTC 5372.

Los resultados obtenidos del producto terminado (arepa) a base de HCPM y HMB en concentraciones de 25:75, respectivamente se describen a continuación: el contenido de humedad de la arepa a base de harina de cáscara de plátano maduro y harina de maíz (26,51%), aumentó en comparación con la harina bruta (3,21%), lo que indica el aporte realizado por la harina de maíz. Al compararse con la arepa de maíz blanco (61,3%) su contenido es menor, lo cual identifica la presencia de la harina de cáscaras con naturaleza baja en humedad y formación de un equilibrio que permite una vida útil mayor a la existente en la arepa tradicional (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015). El contenido de humedad obtenido en el producto (26,51%) es mayor que el obtenido en las arepas de harina de maíz, yuca y soya (8,32%) (Gamboa, García & Tablante, 2012) por lo cual las arepas obtenidas en el presente estudio serán de textura más suave que las de harinas de maíz, yuca y soya.

El contenido de cenizas de la arepa a base de HCPM y HMB (1,24%), disminuyó en comparación con la ceniza de la harina bruta (7,08%), no es consecuente con la arepa de MB (0,3%) y es muy similar con la HMB (1,3%) (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar., 2015), por lo cual el producto en estudio presenta mayor cantidad de material inorgánico y proporcionará mayor cantidad de minerales al consumidor que la tradicional arepa de maíz. Al compararse con arepa de maíz sustituida con

harina de yuca dulce más soya, su contenido de ceniza es similar (1,37%) (Torres y Guerra, 2003).

El contenido de grasa de la arepa a base de HCPM y HMB (2,33%), en comparación con los lípidos de la harina bruta (3,66%) disminuyó. En comparación con la grasa presente en la arepa tradicional de maíz (0,5%) (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015), su valor es importante por el aporte de grasa natural que brinda su harina (3,7%) (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015) y que se pierde en la cocción de la arepa de maíz. El producto obtenido en el presente estudio resulta menor con el contenido de grasa en referencia con la arepa de harina de maíz y quinchoncho (3,8%) (Torres y Guerra, 2003) y concentración mayor con la arepa de maíz, yuca y soya (1,37%) (Gamboa, García y Tablante, 2012).

El contenido de fibra cruda de la arepa a base de HMB y HCPM (1,76%), en comparación con la harina cruda (9,09%) disminuyó, lo cual resulta beneficioso para la digestión del alimento por el consumidor, disminuyendo las concentraciones de material no digerible y propiciador de fermentaciones temporales en el organismo.

Al comparar su contenido de fibra cruda con el presente en las arepas de harina de maíz, yuca y soya su concentración es consecuente (1,22%) (Gamboa, García y Tablante, 2012). El contenido de proteínas en el producto obtenido de la HMB y HCPM (3,83%), en comparación con la proteína de la harina cruda (8,04%) disminuyó, pero es consecuente con la proteína proporcionada por las arepas de maíz (3,4%) (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015), lo cual resulta beneficioso para su

utilidad como alimento sustituyente de la arepa de maíz en situaciones de materia prima escasa o de difícil acceso.

La concentración de proteínas de la muestra en estudio es menor que la encontrada en arepas de maíz y quinchoncho (11,1%) (Torres y Guerra, 2003) y arepa de maíz, yuca y soya (11,75%) (Gamboa, García y Tablante, 2012). El contenido de carbohidratos de la arepa a base de la HMB y HCPM (64,34%), en comparación con el valor de la harina cruda (77,96%), disminuyó cierto porcentaje pero que resulta mayor que los aportados por la arepa de maíz (34,5%) (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015), lo cual resulta importante debido a la presencia de mayor cantidad de azúcares simples en la harina en estudio que almidón, el cual es un componente presente en grandes porcentajes en el maíz que aumenta en el producto final por proporcionar un contenido de carbohidratos mayor en la harina cruda (70,2%) (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015).

La concentración de carbohidratos proporcionada por el producto obtenido es baja en comparación con la concentración presente en la arepa de harina de maíz, yuca y soya (76,31%) (Gamboa, García y Tablante, 2012). El valor energético, que provee la arepa a base de HCPM y HMB (294 kcal/100g), es menor en comparación con las calorías de la harina cruda (377 kcal/100g) pero su valor energético es mayor al proporcionado por la arepa de maíz blanco (156 kcal/100g) (ICBF., 2015).

Las arepas de harina de maíz, yuca y soya brindan un mayor contenido de calorías (362 kcal/100g) (Gamboa, García y Tablante, 2012)

que las proporcionadas por las arepas obtenidas en la presente investigación.

Finalmente, la arepa a base de HMB y HCPM en proporciones 75:25, respectivamente, difiere en la concentración de humedad que se estipula para las tortillas de maíz (33,0-39,0%) (Norma Técnica Colombiana, 6173 2016). El contenido de Vitamina A (5,95 UI/100g), resulta de concentración menor al compararlo con la pulpa de plátano maduro (180 UI/100g) (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015) pero tiene una importancia su cantidad debido a su clasificación como desecho orgánico. Además, podría ayudar terapéuticamente en el tratamiento de radicales libres en el organismo. Respecto al parámetro de la Vitamina C, se determina que la concentración en el alimento en estudio (8,6 mg/100g) es aproximado comparable con la pulpa de plátano maduro (15 mg/100g) (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015), lo cual resulta significativo por su aporte nutricional. Finalmente, el estudio del contenido de potasio (492,0 mg/100g) en el producto es consecuente al compararse con la pulpa de plátano maduro crudo y frito (593mg/100g y 434mg/100g, respectivamente) (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015), pero de gran diferencia con el contenido encontrado en la arepa de maíz tradicional (33 mg/100g) (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2015).

Rendimiento.

El rendimiento de la CPM representa el 31,78%, del peso total de la fruta fresca, al realizar el tratamiento de una CPM se alcanza un rendimiento del 7,55% (Molienda), en comparación al porcentaje de plátano entero (100%), seguido de la pulpa con 62, 22%,

cáscara fresca de 31,78%, cáscara seca con 8,74%, pérdida en molienda con 2,59% y un tamizado de 4,95%. Estos resultados demuestran que la cáscara de plátano fresca contiene un alto porcentaje de humedad, por lo que al realizar el tratamiento de secado su contenido disminuyó en grandes porcentajes.

IV. CONCLUSIONES

La utilización de la harina extraída de cascara de plátano maduro para desarrollar un producto permite implementar metodología de tipo industrial (alimentos). De acuerdo con los resultados obtenidos se puede afirmar que el producto obtenido (arepa) aporta una cantidad de nutrientes esenciales.

Por su parte las características organolépticas de la formulación en comparación con los productos comerciales podrán representar una buena opción en cuanto a su aporte de nutrientes, y la vida útil de la harina de cáscara de plátano maduro sin conservantes es aproximadamente de 6 meses, sin evidencias físicas, pero si con cambios microbiológicos en mesófilos.

V. REFERENCIAS.

- Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C, 1982). Official Method of Analysis 965.22: Type 1 method with Sifting specifications as in the ISO 3310. EUA.
- Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C, 1990). Official Method of Analysis 967.21: Determination of Vitamin C. EUA.
- Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C, 2005). Official Method of Analy-

- sis 985.35: Atomic absorption spectroscopy. EUA.
- Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C, 2005). Official Method of Analysis 923.03: Determination of total ash and organic matter. EUA.
- Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C, 2012). Official Method of Analysis 962.09: Determination of Crude Fibre. EUA.
- Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C, 2016). Official Method of Analysis 2001.13: Determination of Vitamin A. EUA.
- Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C, 1990). Official Method of Analysis 967.21: Determination of Vitamin C. EUA.
- Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C, 2005). Official Method of Analysis 985.35: Atomic absorption spectroscopy. EUA.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. [Internet]. Consultado el 2018 de noviembre 05. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
- Fernández. R., Quiroz. J., Avilés. R., Noriega. D., Villavicencio. C., Cevallos. E., Moreira. KP., Sánchez. A., & Marcial. J (2013). Desarrollo de productos alimenticios a partir de las cáscaras del plátano. *Investigación Tecnología e Innovación*, 5(5): 43-52
- Fundación Española de la Nutrición. (2019). Plátano. [Internet: Visitado 2018-Sep-02]. p:277-278. Recuperado de: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/platano.pdf>
- Gamboa. L., García. M. & Tablante (2012). L. Evaluación nutricional y sensorial de arepas a base de harinas de maíz blanco (*Zea mays* L.) y yuca dulce (*Manihot esculenta* Crantz) enriquecidas con texturizado de proteína de soya (*Glycine max*). *SABER*, 24(2):185-190
- García. B., Guerrero. T., Rodríguez. M. & Suárez. M (2004). Bananas y Plátanos para alimentar cerdos: aspectos de la composición química de las frutas y de su palatabilidad. *RCPP*, 11(3): 5-25.
- Girón Ortiz, J.A (2016). Elaboración y valoración de galletas funcionales a base de cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) enriquecidas con semillas de zambo (*Curcubita ficifolia*) y endulzadas con Stevia (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: Facultad de Ciencias, Ecuador.
- Hernández, B., Guerra, M., & Rivero, F. (1999). Obtención y caracterización de harinas compuestas de endospermo — germen de maíz y su uso en la preparación de arepas. *SciELO*, 19(2), 194-198.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF., (2015). Tabla de composición de alimentos colombianos. 2da edición. Bogotá, Colombia: Grupo Imagen Corporativa.
- Icontec (1991). Norma Tecina Colombiana 2799, Industrias alimentarias: Harina de plátano. Recuperado de: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC2799.pdf>
- Icontec (2007). Norma Tecina Colombiana 5372, Arepas de Maíz refrigeradas. Especificaciones del producto. Recuperado de: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC5372.pdf>
- Icontec, (2014). Norma Tecina Colombiana 3594, Producto de molinería: Harina precocida de maíz para consumo humano. Recuperado de: <https://tienda.icontec.org/pro>

- ducto/ntc3594/?v=42983b05e2f2
- Icontec (2016). Norma Tecina Colombiana 6173, Tortillas de maíz. Especificaciones de producto. Recuperado de: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC6173.pdf>
- Icontec (2015). Norma Tecina Colombiana 440, Productos alimenticios. Métodos de ensayo. Recuperado de: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC440.pdf>
- International Organization for Standardization (ISO, 2013). ISO 20483: Cereals and pulses-Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content-Kjeldahl method; 1a Ed. Suiza.
- Ladino. A., & Valencia. S (2014). Estudio del manejo pos cosecha del maíz tierno (Zea mays L.) procedente del cantón San Miguel de la provincia de Bolívar. EPN, 33(2).
- Lambis. H., Hernández. F., Morales. Y., Marín. LF., & Pasqualino. JO (2015) Acta Final del XIXVIII Congreso Colombiano de Ingeniería Química: Extracción de almidón a partir de residuos de piel de plátano. Bogotá, Colombia.
- Mazzeo, M., Alzate, A., & Marín, M (2008). Obtención de almidón partir de residuos poscosecha del plátano dominico hartón (musa AAB simmonds). Vector, 3:57-69.
- Ministerio de Salud y Protección Social., (2016). La desnutrición infantil en Colombia: Marco de referencia. [Consultado 2018 Agosto 01]. Bogotá D.C. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/AS/papeles-salud-n3.pdf>
- Mosquera Perea., DE, Martínez Guardia., M, Hernán Medina. H, & Hinestroza L (2013). Caracterización bromatológica de especias y subproductos vegetales en el trópico húmedo de Colombia. Acta Agronómica, 62(4):326-332
- Organización de las Naciones Unidas & Organización Panamericana de Salud., (2017). Capítulo 1: Avances en América Latina y el caribe para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible 2 y 3: ODS 2; Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible (pp. 4-17). En: Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América latina y El Caribe. Santiago de Chile: Copyright. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i7914s.pdf>
- Organización Mundial de La Salud., (2017). Vuelve a crecer el hambre en el mundo. [Consultado 2018 Julio 26]. Recuperado de: <http://nacionesunidas.org.co/blog/2017/09/15/vuelve-a-crecer-el-hambre-en-el-mundo-informe-naciones-unidas/>
- Pereira A., & Maraschin M., (2014). Banana (Musa ssp) from peel to pulp: Ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. Journal de Ethnopharmacology, 160, 149-163.
- Ponce Rosas. FC (2018). Características Físicoquímicas, sensoriales y bioactivas del pan de trigo sustituido parcialmente con harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca L.) (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima-Perú.
- Quiceno MC, Giraldo GA, Villamizar RH (2014). Caracterización físicoquímica del plátano (Musa paradisiaca sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. UGCiencia, 20:48-54.
- Torres, A., & Guerra. M (2003). Sustitución parcial de harina de maíz precocida con ha-

rina de Quinchoncho (*Canajus cajan*) para la elaboración de arepas. INCI, 28(11): 660-664.

Torres-Oblitas. K., Sancho. AM., & Gozzi. MS (2018). Caracterización físico-química de harina obtenida a partir de cáscaras de banana (*Musa paradisiaca*) y su aceptabilidad en budines sin gluten. Ciencia y tecnología de alimentos, 28(2): 22-29.

La Atemoya, una fruta tropical con mercado potencial en Colombia.

Custard Apple, a tropical fruit with potential market in Colombia.

Jorge Zapata-Ortiz¹

RESUMEN

El mercadeo de la atemoya (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*) en Colombia se ha incrementado, sin embargo, no hay una oferta constante; es por ello que el objetivo de este estudio consistió en determinar el grado de aceptación y conocimiento de la atemoya por parte de comercializadores de frutas de la central mayorista en Medellín; además de ello, se midió el comportamiento del precio de venta de la fruta al consumidor final entre los años 2014 y 2018 en algunos supermercados de Medellín, Envigado y Sabaneta, y se compararon estos precios con los de otras frutas; por último, se determinó el grado de aceptación de la fruta entre consumidores a través de una prueba sensorial de la fruta fresca con una muestra al azar de 20 personas. Se tuvo como resultado que un alto porcentaje de estos comercializadores conocen la fruta, la han comercializado y algunos manifestaron estar interesados en continuar su compra, se evidenció además que el precio de venta de la atemoya se ha mantenido más alto que el de otras frutas nacionales durante los últimos años e incluso fue mayor a los precios de algunas frutas importadas. Esta investigación permitió concluir que esta es una especie con un potencial interesante para el país, y que se deben incrementar las áreas sembradas en diferentes departamentos del país.

Palabras Clave: *atemoya, annona cherimola x annona squamosa, mercado de atemoya.*

ABSTRACT

The marketing of atemoya (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*) in Colombia has increased, however, there is no constant offer, which is why the objective of this study was to determine the degree of acceptance and knowledge of the atemoya by of fruit marketers of the Central Mayorista in Medellín; In addition, the behavior of the sale price of the fruit to the final consumer between 2014 and 2018 in some supermarkets in Medellín, Envigado and Sabaneta was measured, and these prices were compared with those of other fruits; Finally, the degree of acceptance of the fruit among consumers was determined by means of a sensory test of the fresh fruit with a random sample of 20 people. It was found that a high percentage of these marketers know the fruit, have marketed it and some said they are interested in continuing their purchase, it was also shown that the sale price of the atemoya has remained higher than that of other national fruits during the last years and it was even higher than the prices of some imported fruits. This research allowed us to conclude that this is a species with an interesting potential for the country, and that areas planted in different departments of the country should be increased.

Key Words: *custard apple, annona cherimola x annona squamosa, custard apple market.*

1 Comportamiento del mercado de la Atemoya (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*) en Antioquia y análisis sensorial de la fruta. Ingeniero Agrónomo, Especialista en Recursos Fitogenéticos. SENA, jzapatao@sena.edu.co, Medellín.

I. INTRODUCCIÓN

La familia Annonaceae cuenta con unos 75 géneros y más de 600 especies, de sus 75 géneros sólo cuatro producen frutos comestibles, dos de ellos tienen gran importancia, los géneros *Annona* y *Rollinia*. Dentro del género *Annona*, se encuentran tres especies que son muy conocidas y cultivadas a nivel comercial como son la guanábana (*Annona muricata* L.), la chirimoya (*Annona cherimola* Mill) y el anón (*Annona squamosa* L.) (Instituto Colombiano Agropecuario, 2013).

Sin embargo, existe otra especie de anonácea conocida como atemoya (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*) cuyo cultivo se ha incrementado en los últimos años, principalmente en Brasil. La atemoya es un híbrido producido en los inicios del siglo XX en Estados Unidos y fue introducida en Brasil hacia el año de 1.950 por el Instituto Agronómico de Campinas, pero sólo se empezó a investigar a partir de 1.990 (Mendes y Kavati, 2011).

En Brasil, los productores han sido atraídos por esta fruta debido a las ventajas que tiene con respecto al anón, como son, sabor dulce ligeramente ácido y aromático, menor contenido de semillas y una vida postcosecha más prolongada (Mosca y Lima, 2003). Además de ello se estableció que la atemoya no presenta rayaduras, sabor diferenciado y el contenido de sólidos solubles es más balanceado (Braga, 2014).

Las propiedades del fruto hacen que se pueda consumir en variadas presentaciones, tales como fruta fresca, pulpa, helado, licor, jugo, dulces y postres (Medeiros, Mendonca, Maracaja,

Aroucha y Pereira (2009). Cabe agregar que Colombia posee las condiciones agroclimáticas ideales para su cultivo, buena luminosidad, suelos adecuados, alta disponibilidad de agua y alta tecnología en cultivos cercanos como la guanábana, lo cual crea las condiciones propicias para invertir en este cultivo a nivel comercial y empresarial.

Debido al potencial que tiene este cultivo en Colombia y que no hay una oferta constante de atemoya en el mercado, se hizo un estudio de mercado con algunos comercializadores de frutas de la plaza Mayorista en la ciudad de Medellín con el fin de determinar el conocimiento y el grado de aceptación de los comercializadores con respecto a esta fruta tropical. Así mismo, se realizó un seguimiento en los últimos años (2014 al 2018) al precio de venta de la atemoya en los principales supermercados de los municipios del Valle de Aburrá, como son, Medellín, Envigado y Sabaneta.

2. METODOLOGÍA.

Esta investigación es mixta con un enfoque exploratorio y las técnicas de recolección de la información fueron entrevistas, encuestas, observación directa en campo, prueba sensorial y fuentes de información secundarias como bases de datos y centrales mayoristas.

Las fuentes de información en campo, fueron distribuidores de frutas de la Central Mayorista de Medellín y en almacenes de cadena o grandes superficies. El estudio de mercado de la central Mayorista se hizo con una muestra al azar de 13 comercializadores de frutas y hortalizas, a través de una entrevista se consultó a los comerciantes sobre el conocimiento de la fruta y el precio que estarían dispuestos a pagar por un kilo de

atemoya al productor para su comercialización. Para conocer el precio de venta final se hicieron visitas periódicas (semestrales) a los principales supermercados de cadena del Valle de Aburrá, como Éxito, Carulla, Euro y La Vaquita y se elaboró un registro manual y fotográfico del precio en las fechas en las que se encontró fruta fresca. Así mismo, se consultó el precio de otras frutas nacionales e importadas y se hizo un análisis comparativo del precio del 2014 al 2018 con los precios de venta registrados de la atemoya.

Para determinar el grado de aceptación de la fruta entre los consumidores se realizó una prueba sensorial con una muestra de 20 personas al azar, para lo cual se diseñó una encuesta con una calificación ponderada (1 a 5 puntos) de algunos atributos como son el aroma, apariencia de la pulpa, dulzor o grados Brix, Acidez, textura de la pulpa y cantidad de semillas. Para complementar el análisis del mercado, también se les preguntó después de terminar la prueba sensorial si estarían dispuestos a comprar la atemoya, con qué frecuencia y qué cantidad aproximada.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

En este estudio se pudo comprobar que el setenta y seis por ciento los comercializadores entrevistados conocen la fruta, el cincuenta y nueve por ciento la han comercializado y el cincuenta y tres por ciento de ellos manifestaron estar interesados en seguir comercializándola en sus puntos de venta.

A la pregunta del por qué no la han comercializado, cinco comercializadores respondieron que no le han ofrecido la fruta, que la gente no la conoce y dos de ellos contestaron que no hay proveedores de la fruta.

A la pregunta acerca de cuántos kilos de atemoya estaría dispuesto a comprar en forma semanal para su comercialización, el rango de kilos de la mayoría estuvo entre 50 y 150 kilos y uno de ellos manifestó estar interesado en comprar 1.000 kilos semanales.

En cuanto a la pregunta sobre el precio de venta, la mayoría respondió que el precio de venta por kilo fue de \$ 4.000 a \$ 5.000 para el año 2014.

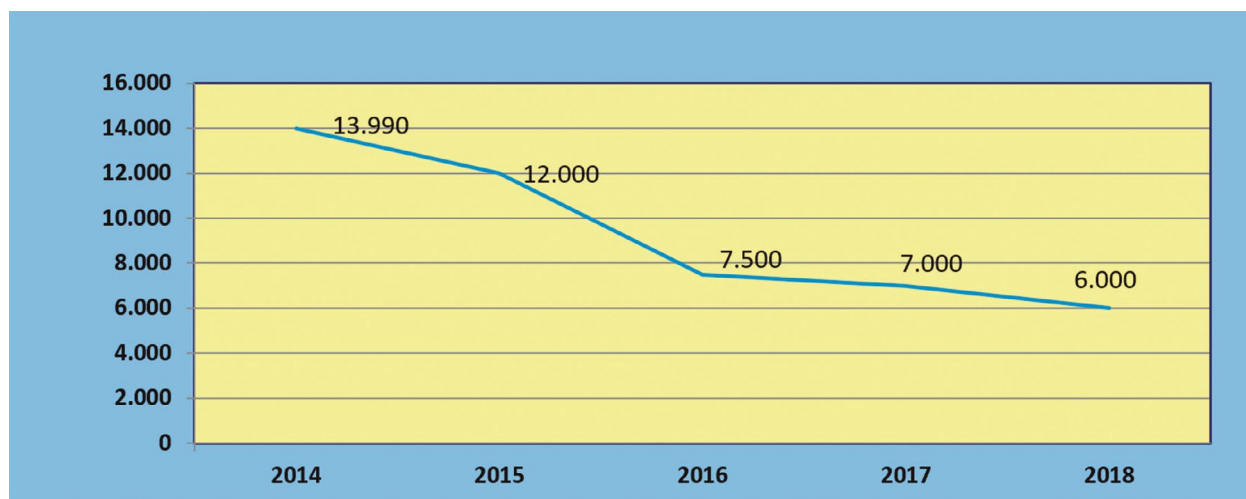


Figura 1. Comportamiento del precio por kilo de atemoya en varios municipios de Antioquia.
Fuente: Elaboración propia.

Analizando el precio de la atemoya durante los últimos años, se encontró que el precio se ha mantenido en forma constante, como se evidencia en la figura 1. Sólo se observó una alta variación en precio entre el 2014 y el 2015 en el supermercado Éxito de Envigado donde el kilo fue comercializado a \$ 13.990 y \$ 12.000 respectivamente. Los siguientes años el precio se ha mantenido entre \$6.000 y \$7.000 por kilogramo. Es así como, por ejemplo, en el Éxito de Envigado en el 2014, se encontró un precio de venta de \$ 6.995 la libra, mientras que en el supermercado el EURO de Sabaneta, el precio para el 2016 y 2017 fue de \$ 3.750 y \$3.500 la libra. Para el 2018, el precio de venta en el supermercado La Vaquita de Sabaneta fue de \$ 3.000 la libra.

Comparando los precios (2014–2018) de la atemoya con el precio de venta de otras frutas

del mercado nacional, como son limón Tahití, guanábana y lulo, se puede observar que la atemoya tuvo un precio de venta muy superior durante todos los años. Incluso luego de comparar los precios de venta de la atemoya con el de algunas frutas importadas como la uva, la pera y la manzana, sigue siendo muy superior el precio de la atemoya con respecto a la manzana importada y a la pera importada. Mientras que, con la uva importada, la atemoya fue superior en precio entre el 2014 y el 2016, pero entre el 2017 y 2018, el precio de la uva importada fue mayor. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos precios de venta de atemoya fueron tomados en almacenes de cadena: Éxito, Euro, Carulla y La Vaquita en Antioquia mientras que las demás frutas fueron tomados de precios de la central Mayorista, ya que no hay un registro de los precios de la atemoya en la central Mayorista (ver Tabla 1).

Tabla 1

Histórico de Precios de Frutas Nacionales e Importadas Comparado con el Precio de la Atemoya 2014-2018.

Producto	Año					Precio Promedio/ Kg
	2014	2015	2016	2017	2018	
Limón tahiti	1.389	1.512	1.710	1.848	1.671	1.626
Guanabana	2.106	2.188	2.217	2.178	1.904	2.118
Lulo	2.536	1.909	3.133	2.397	2.228	2.441
Pera importada	3.181	3.696	4.254	4.343	4.546	4.004
Manzana roja importada	3.430	3.729	4.342	4.241	4.346	4.017
Atemoya	13.990	12.000	7.500	7.000	6.000	9.298
Uva importada	5.815	7.816	7.601	9.172	8.497	7.780

Fuente: Elaboración propia.

Analizando la prueba sensorial realizada a 20 personas se obtuvieron los siguientes resultados:

El aroma de la atemoya fue calificado como agradable por 11 personas y excelente por 9 personas. La apariencia de la pulpa fue agradable para 12 personas y excelente para 8. El dulzor fue excelente para 12 personas, agradable para 7 e indiferente para 1. La acidez fue excelente para 10 personas, agradable para 6 e indiferente para 4. La textura de la pulpa fue excelente para

12 y agradable para 8. La cantidad de semillas fue agradable para 8, indiferente para 7 y excelente para 5.

Vale la pena resaltar que ningún parámetro o atributo fue calificado como muy desagradable o desagradable, lo cual significa que el 100 % de las personas calificaron la atemoya con muy buena aceptación y manifestaron estar interesados en seguir consumiendo esta fruta, (ver Tabla 2).

Tabla 2

Análisis Sensorial de la Fruta de Atemoya en el Año 2018.

Atributos	Opción					Número de respuestas
	1 Muy desagradable	2 Desagradable	3 Indiferente	4 Agradable	5 Excelente	
Aroma				11	9	20
Apariencia de la pulpa				12	8	20
Grados brix o dulzor			1	7	12	20
Acidez			4	6	10	20
Textura de la pulpa				8	12	20
Cantidad de semillas			7	8	5	20

Fuente: Elaboración propia.

El contenido nutricional de la atemoya fue estudiado por Orsi, Carvalho, Nish, Damiani, y Asquieri (2012), quienes encontraron niveles significativos de carbohidratos. En la tabla 3 se observa la composición o contenido nutricional de la pulpa de la atemoya.

tiene un sabor agradable al paladar, se corrobora con los análisis de laboratorio donde se encontró que los grados Brix fueron muy altos, por encima de 30 grados Brix (ver tabla 3).

De acuerdo a los resultados del análisis sensorial donde diecinueve de las veinte personas que probaron la pulpa fresca manifestaron que la fruta

Tabla 3

Composición Centesimal y Parámetros Físico Químicos de Atemoya.

Composición centesimal	Valores (gramos/ 100 g)
Humedad	65.18 ± 0.13
Grasas	0.55 ± 0.28
Proteína (factor de 6.25)	1.24 ± 0.12
Cenizas	1.04 ± 0.02
Carbohidratos	31.99 ± 0.32
Fibra total	1.55 ± 0.28
Parámetros Físico químicos	Valores
Valor total calórico (TCV)	137.87 KCal g-1
Carbohidratos Reductores (Glucosa)	10.67 ± 0.09 g 100 g-1
Vitamina C	22.39 ± 1.68 mg 100 g-1
Acidez titulable (TA)	5.50 ± 0.02 mg 100 g-1
Sólidos Solubles (SST)	32.50 ± 0.03 °Brix
Ph	4.60

Fuente: Santos, Sauthier, Cavalcante, Benevides, Dias, y Santos (2016).

4. CONCLUSIONES.

En cuanto al comportamiento del precio de la atemoya en el mercado nacional colombiano, se pudo comprobar que el precio de venta en los supermercados de cadena de Medellín y municipios cercanos supera a los precios de venta de la plaza Mayorista de Medellín.

Teniendo en cuenta que más del 76 % de los comercializadores encuestados conocen la atemoya y a que el 59 % la han comercializado, se puede concluir que esta es una especie que tiene un mercado conocido y aceptado por los principales distribuidores de frutas en la Central

Mayorista de Medellín y en los principales supermercados de cadena de los municipios del Valle de Aburrá en Antioquia.

Las experiencias positivas de mercadeo de la fruta fresca en Antioquia y en el Valle del Cauca pueden servir de incentivo a productores e inversionistas para aumentar las áreas sembradas en otros departamentos de Colombia. De acuerdo a los resultados del análisis sensorial y las excelentes calidades organolépticas hacen de esta fruta una nueva opción de consumo masivo como fruta fresca, pero también en productos transformados como postres, bebidas, helados, cocteles, entre otros.

Por último, hay un nicho de mercado de atemoya en otros países de América, como son las islas del Caribe, México, Estados Unidos y Canadá, lo que generaría nuevos empleos y mayores ingresos a los productores en Colombia.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Braga, R. (2014). Producao integrada de Anonáceas no Brasil. V Congresso Internacional & Encontro Brasileiro sobre Annonaceae: do gene à exportação (19 a 23 de Agosto de 2013). Botucatu-SP. 36, edição especial, 086-093.

Instituto Colombiano Agropecuario (2013). Producción de Guanábana (*Annona muricata* L.) en Colombia. Boletín de Sanidad Vegetal, 52- 58.

Medeiros, P., Mendonca, V., Maracaja P., Aroucha, E. y Pereira, R. (2009). Physical-chemical characterization of atemóia fruit in different maturation stage. Revista Caatinga, 22, 87-90.

Mendes F. y Ryosuke K. (2011). Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. Rev. Bras. Frutic. 33 (1) Jaboticabal.

Mosca, J. y Lima, G. 2003. Atividade respiratória de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) cv. Gefner, durante o amadurecimento. Proceedings of The Interamerican Society For Tropical Horticulture, Miami, 47(1), 109-110.

Orsi, D., Carvalho, V., Nish, A., Damiani, C. y Asquiere, E. 2012. Use of sugar apple, atemoya and soursop for technological development of jams - chemical and sensorial

composition. Ciencia e Agrotecnologia, 36, 560-566.

Santos, W., Sauthier, M., Cavalcante, D., Benevides, C., Dias, F. y Santos, D. (2016). Mineral composition, nutritional properties, total phenolics and flavonoids compounds of the atemoya fruit (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill.) and evaluation using multivariate analysis techniques.. Anais da Academia. Brasileira de Ciências, 88 (3).



Elaboración de un snack funcional tipo chips de ñame (*Dioscorea alata*) y batata (*Ipomonea batata*) fortificados con vitamina C.

Preparation of a functional snack type name chips (*Dioscorea alata*) and sweet potato (*Ipomonea batata*) fortified with vitamin C

Yair García-Pacheco¹

Javier Ramírez²

Laura Nova-Díaz³

Joel Verbel-Vergara⁴

RESUMEN

El mercado nacional, regional e internacional de los snacks ha tenido un gran auge en la actualidad, esto se debe a la nueva tendencia que viene surgiendo con el desarrollo de alimentos funcionales que generan una oportunidad de innovación, como lo es creación de productos alimenticios a partir de materias primas poco convencionales para la producción de snacks; ejemplo de ellos es el ñame, (*Dioscorea alata*) y la batata (*Ipomonea batata*), que poseen grandes valores nutricionales y funcionales. El objetivo principal de esta investigación fue la elaboración de snacks tipo chips a partir de los tubérculos D. alata e I. batata, fortificados con vitamina C. Para la elaboración de los chips se determinaron etapas de proceso acordes a la naturaleza de las materias primas, se determinó el contenido nutricional y el aporte por porción de los productos obtenidos; finalmente, se realizó un análisis sensorial los atributos como apariencia, aroma, sabor y textura; asimismo, los chips obtuvieron buenas características nutricionales, denominaciones de bajo contenido calórico, altos en vitamina C, bajo contenido de sodio y los chips de ñame obtuvieron la denominación de buena fuente de vitamina A. Los resultados de las pruebas sensoriales mostraron aceptabilidad entre el 75 y 92% de los panelistas, mostrando mucho más agrado a los atributos de los chips de ñame que los de batata.

Palabras Clave: innovación nutricional, atributos, correlación, ñame, batata.

ABSTRACT

The international, national and regional snack market has had a great boom today, this is due to the new trend that has been emerging with the development of functional foods that generate an opportunity for innovation, with the creation of food products from of unconventional raw materials for the production of snacks; such as yam, (*Dioscorea alata*) and Sweet potato (*Ipomonea batata*), which have great nutritional and functional values. The main objective of this investigation was the elaboration of chips snacks from the D. alata and

- 1 Desarrollo de alimentos funcionales, Ing. Agroindustrial, Magister en Seguridad Alimentaria y Nutricional, Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), ygarciapacheco@mail.uniatlantico.edu.co, Barranquilla.
- 2 Desarrollo de alimentos funcionales, Estudiante Ing. Agroindustrial. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), jsrj97@gmail.com, Barranquilla.
- 3 Desarrollo de alimentos funcionales, Estudiante Ing. Agroindustrial. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), nlauraliseth@gmail.com, Barranquilla.
- 4 Desarrollo de alimentos funcionales, Estudiante Ing. Agroindustrial. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), joelverbelvergara@gmail.com, Barranquilla.

I. batata tubers, fortified with vitamin C. For the elaboration of the chips, process steps were determined according to the nature of the raw materials, the nutritional content and the contribution per portion of the products obtained were determined, finally, attributes such as appearance, aroma, flavor and texture. Likewise, the chips obtained good nutritional characteristics and the denominations of low caloric content, high in vitamin C, low sodium content and for yam chips, the denomination of good source of vitamin A in compliance with Colombian regulations. The results of the sensory tests showed acceptability between 75 and 92% of the panelists, showing much more pleasure to the attributes of the yam chips than those of sweet potatoes.

Key Words: *innovation, nutrition, functional, attributes, correlation.*

1. INTRODUCCIÓN.

La agroindustria en los últimos años ha venido creciendo ante la necesidad de la transformación de las materias primas de origen agrícola, pero uno de los factores más importantes es suministrarles a los consumidores los nutrientes necesarios para su aprovechamiento energético y nutritivo, para esto, la agroindustrialización de los tubérculos colombianos jugará un papel importante en la alimentación de las personas (Rojas, 2012).

El ñame (*Dioscorea alata*) y la batata (*Ipomonea batata*) son de gran aceptación regional por su participación en la alimentación de las personas a través de la cultura o tradiciones, pero son poco reconocidas a nivel nacional e internacional. En la costa caribe colombiana las especies más comunes de ñame son “el ñame criollo (*D. alata*), ñame espino (*D. rotundata*), ñame papa (*D. bulbífera*), ñame azúcar (*D. esculenta*) y ñampin (*D. trifida*), entre las cuales se encuentran más de 100 variedades siendo *D. alata* y *D. rotundata* las de mayor consumo” (Salcedo-Mendoza, García-Mogollón, & Salcedo-Hernández, 2018, p. 101). La batata puede ser el tubérculo más desconocido, ya que no presenta un aprovechamiento agroindustrial, se cultiva y se consume a nivel casero. Esto ocurre por

desconocimientos nutricionales y funcionales de este tubérculo (Rodríguez, 2008). Es de señalar, que su producción se centra en algunos campos agrícolas, este podría ser un gran potencial para la agroindustrialización de este producto, gracias a sus nutrientes y propiedades funcionales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016).

Con el paso del tiempo, las personas han cambiado sus estilos de alimentación, lo que ha llevado a consumir alimentos pocos nutritivos y está causando problemas en la salud (Carbajal & Humancóndor, 2017). En la región caribe las tasas de malnutrición han ido bajando, pero su situación sigue siendo crítica por el déficit de ciertos microminerales y vitaminas que son esenciales para la salud humana, dentro de las cuales están algunas vitaminas y minerales (Lissbrant, 2015).

Por otro lado, se evidencia que en América ha habido un crecimiento potencial en el consumo de snacks, se demostró que “el consumo de snacks por habitante es de 2,6 kilos por año; y Colombia figura como el mayor consumidor de snack o pasabocas con un 20%” (Chacón-Orduz, Muñoz-Rincón, & Quiñónez-Mosquera, 2017, p. 34), lo cual abre posibilidades a más y mejores oportunidades de innovación en el

desarrollo de este tipo de alimentos, generando alternativas saludables que cumplan a cabalidad la normativa colombiana.

En esta investigación se optó por el aprovechamiento de los tubérculos como ñame y la batata para la agroindustrialización en productos tipo snacks, la batata se destaca por su alto contenido nutritivo y por la presencia de vitaminas, proteínas y minerales (Herrera, 2015): en el ñame se destacan elementos importantes como los minerales y vitaminas, además, estos poseen bajo contenido en grasa (Reina-Aranza, 2012). Los chips de ñame y batata tipo snacks pretenden contribuir a ampliar los conocimientos nutricionales de los tubérculos y realizar aportes significativos a la alimentación en la región caribe.

2. METODOLOGÍA.

Es una investigación es de tipo mixto en la que se evidencia las cualidades de un snak elaborado a base de ñame y batata, y además se cuantifican sus propiedades nutricionales.

Los materiales utilizados para el desarrollo de la investigación, ñame (*Dioscorea alata*) y batata (*Ipomonea batata*), fueron comprados en un mercado local de la ciudad de Barranquilla, Colombia y sometidos a procesos de selección, limpieza y desinfección, eligiendo los materiales con mejores características de calidad fisiológica.

Formulación de los chips de D. alata y I. batata.

Para la formulación de los chips de batata y de ñame tipo snacks, las proporciones fueron

establecidas para cumplir con la denominación de referencia “buena fuente” para los contenidos de Vitamina C y vitamina A, para niños mayores de 4 años y adultos, según lo establecido por la Resolución 333 (2011).

En la tabla 1 se presenta la proporción de adición de ingredientes, las cuales son similares para los chips elaborados a partir de ambas materias primas. Para desarrollar la fritura de los chips se utilizaron 500 ml de aceite de oliva.

Tabla 1

Proporciones utilizadas para la formulación de los chips de D. alata y I. batata.

Ingredientes	Cantidad	(%)
Material vegetal (g)	500	99.9
Ácido ascórbico (mg)	220	0.045
Cloruro de sodio (mg)	275	0.055

Fuente: Elaboración propia.

Proceso de elaboración de los chips de D. alata y I. batata.

Los procesos que se emplearon para la elaboración de los chips fue dependiendo del contenido de carbohidratos presente en cada uno de los tubérculos y se muestran en las figuras 1 y 2. Para la elaboración de los chips de ñame, se incluyó el proceso de horneado con el objetivo de disminuir la cantidad de agua libre del tubérculo, aumentar la concentración de los nutrientes y así mejorar las características organolépticas de los snacks como lo son las propiedades texturales (dureza, adhesividad y cohesión) y sabor (Taiwo & Baik, 2007). Teniendo en cuenta que

la textura es el principal factor que determina la aceptabilidad y depende tanto de la materia prima como del procesamiento y período de pos freído (Armando & Vélez, 2008).

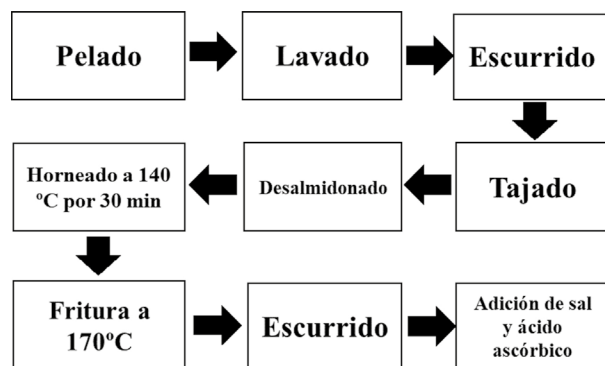


Figura 1. Diagrama de flujo para elaboración de los chips de ñame.

Fuente: Elaboración propia.

La Metodología para la preparación de los snacks de batata se presenta en la figura 2.

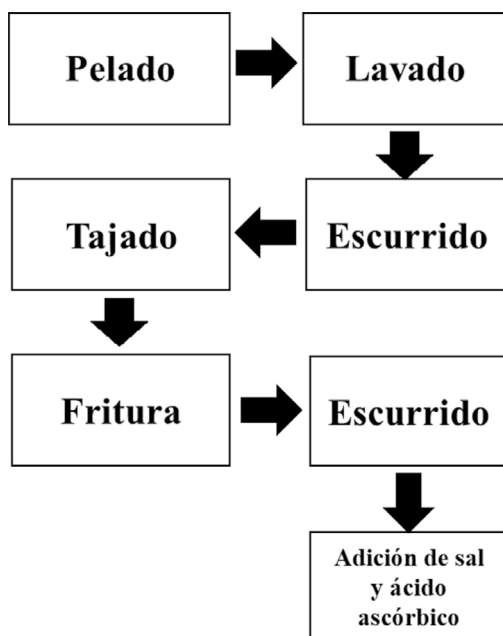


Figura 2. Diagrama de flujo para elaboración de los chips de batata.

Fuente. Elaboración propia.

No se desarrolló el desalmidonado en este proceso ya que la batata tiene un contenido de carbohidratos totales de 25 a 30%, de los cuales el 98% es considerado fácilmente digestible. (Navas, Ledezma, & Martínez, 2015).

Análisis bromatológico y de vitaminas de los chips de D. alata y I. batata.

En la tabla 2 se presentan los análisis bromatológicos que se realizarán durante esta investigación.

Tabla 2

Análisis bromatológicos, métodos y normas determinados a los chips de ñame.

Análisis Bromatológico	Método	Norma
Humedad	Gravimétrico	(NTC, 2009)
Proteínas	Kjeldahl	(NTC, 2008)
Grasas y aceites	Gravimétrico, con aparato Soxhlet	(NTC, 2008)
Fibra	Gravimétrico	(AOAC, 2000) (NTC, 2009)
Cenizas	Gravimétrico	(NTC, 2008)
Carbohidrato	Diferencia con otros	
Vitamina C	Titulación volumétrica de óxido-reducción	
Vitamina A	Espectrofotometría carotenoides-Equivalentes vitamina A.	

Fuente: Elaboración propia.

Análisis sensorial de los snacks.

Para evaluar la aceptabilidad de los snacks de ñame y batata, se empleó la escala hedónica Peryamm & Pilgrim de cinco niveles, como se observa en la tabla 3, descrita por Lim,

(2011), aplicando una prueba sensorial donde 50 panelistas semi-entrenados calificaron los atributos como la apariencia, aroma, sabor y textura con el objetivo de analizar la aceptabilidad del producto en cada uno de los atributos evaluados.

Tabla 3

Escala hedónica utilizada para la evaluación sensorial de los snacks

Puntaje	Categoría
1	No me gusta nada
2	No me gusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Fuente: Lim (2011).

Análisis estadístico.

Para la interpretación de los datos obtenidos se desarrolló un diagrama de caja y bigotes, mostrando los atributos, los ordenamientos de los datos y la aceptación a la compra de los chips. Además, se estudiaron las correlaciones de Pearson para medir la relación lineal entre los atributos evaluados. Los datos de los análisis sensoriales se realizaron utilizando el software STATGRAPHICS Centurion XVII.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

Información de nutricional.

Para establecer los caracteres nutricionales o los aportes diarios que pueden aportar al consumido se desarrolló el rotulado o etiquetado nutricional de los chips tipo snacks para el ñame (Tabla 4) y batata (Tabla 5), (Resolución Número 333, 2011).

Tabla 4

Tabla nutricional de los chips de ñame.

Cantidad de la porción 100g	
Calorías totales	Kcal/g 119.17
Grasa Total	0.17g
Sodio	55mg
Carbohidratos Totales	27.88g
Fibra	4.1g
Proteína	1.53g
Vitamina A	41.4mg
Vitamina C	17.1mg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5

Tabla nutricional de los chips de batata.

Cantidad de la porción 100g	
Calorías totales	94.1 Kcal/g
Grasa Total	0.10g
Sodio	55mg
Carbohidratos Totales	22.1g
Fibra	4.2g
Proteína	1.2g
Vitamina A	0.5mg
Vitamina C	108.0mg

Fuente: Elaboración propia.

Se puede notar en las tablas nutricionales un bajo contenido calórico, altos en vitamina C, bajo contenido de sodio a comparación con los comerciales y en los chips de ñame, buena fuente de vitamina A.

Análisis sensorial para los chips.

- **Análisis sensorial para los chips de ñame.**

En la figura 3, se presentan los resultados de la prueba sensorial aplicada a los chips de ñame.

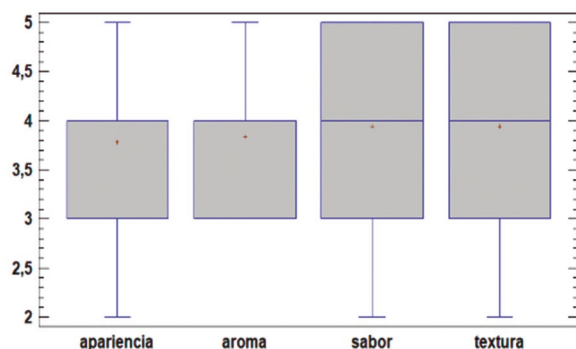


Figura 3. Diagrama de caja y bigotes para los atributos de ñame.

Fuente: Elaboración propia.

Los diagramas de caja y bigotes van desde el primer cuartil hasta el máximo, siendo la puntuación de los atributos en el eje de las Y, y los atributos en el eje de las X.

Los atributos con mayor aceptación entre los panelistas fueron el sabor y la textura, al respecto señalaron que el sabor no era muy notorio, y que la textura era la ideal para en un producto tipo chip.

El atributo que se mantuvo en un rango medio fue el del aroma, no emitía ningún olor característico al ñame o similar. El atributo menor calificado fue el de apariencia, por su forma irregular y grosor, algunos chips de ñame tenían menor área de contacto con el aceite de oliva produciendo un mayor pardeamiento químico lo cual pudo afectar la calificación.

Las votaciones de los atributos tuvieron calificaciones y comentarios que gratifican la aceptabilidad de los participantes, tanto que

los datos obtenidos en el análisis sensorial, se encuentran la mayor concentración en los rangos que muestra la tabla 4, con su respectivo promedio, para cada uno de los atributos. Con un resultado promedio total de 3.8 en los chips de ñame.

- **Análisis sensorial para los chips de batata.**

En la figura 4 se presenta el diagrama de caja y bigotes resultado de la evaluación sensorial realizada a los atributos de los chips de batata.

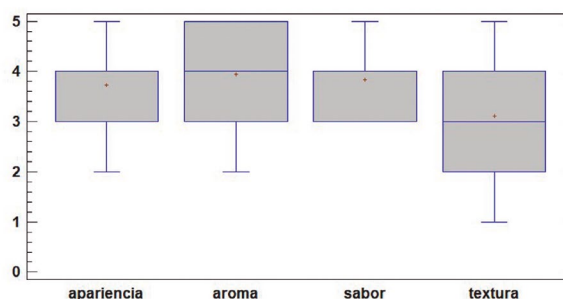


Figura 4. Diagrama de caja y bigotes para los atributos de batata.

Fuente: Elaboración propia.

Los atributos que tienen mayor aceptabilidad en los chips de batata son aroma y sabor, en el caso del aroma los comentarios de los panelistas apuntaban hacia olores agradables y dulces. En el caso del sabor los datos se concentraron en el rango de 3-4 con varios datos en la calificación 5. El sabor dulce que consideraron los panelistas es dado por la degradación del almidón a azúcares simples como sacarosa, siendo este el mayor componente, seguido de la fructosa y glucosa, entre los carbohidratos indigeribles por los consumidores (Vidal, Zaucedo-Zuñiga, & Ramos-García, 2018).

La evaluación del atributo de apariencia tuvo mayor concentración de los datos en 3-4 y la textura de 2-4. Esto se pudo deber al pardeamiento de los chips durante la fritura, y a la alta retención de aceite por las laminillas,

dada la baja cantidad de grasas que contiene el tubérculo y que resultaban poco crocantes. (Martí, D'Chudil, & Corbino, 2011). Los datos fueron muy variados ya sea por el tamaño de los chips o por el tiempo de fritura, era evidente que en los chips con menor tamaño y grosor se desarrollaba una mejor textura en el producto final, pero un mayor pardeamiento en los chips lo que causó la generación de varias texturas en un mismo chip (blandas y crocantes).

Análisis de correlación de atributos.

En la tabla 6 se presentan los resultados de la evaluación de correlación entre los atributos de los chips de ñame. El aroma y sabor presenta una correlación positiva esto indica que si modificamos sabor se modificara en igual proporción el aroma o viceversa.

Tabla 6

Correlaciones entre atributos de los chips de ñame.

Valor-p	Apariencia	Aroma	Sabor	textura
Apariencia		0.4430	0.3479	0.1637
Aroma	0.4430		0.5004	0.5004
Sabor	0.3479	0.5004		0.5365
textura	0.1637	0.5004	0.5365	

Fuente: Elaboración propia.

El aroma y el sabor de los alimentos son fenómenos fisiológicos estrechamente relacionados entre sí, y los compuestos responsables de éstos son los constituyentes que están en la menor concentración, pero tienen un efecto fundamental en la calidad y aceptación de los chips. El sabor implica una percepción global integrada por excitaciones de los sentidos del gusto y del olfato, y en muchas ocasiones, se acompaña de estímulos visuales, táctiles, sonoros y hasta de temperatura. Cuando se habla de sabor, en realidad se refiere a una respuesta compuesta por muchas sensaciones y

cuyo resultado es aceptar o rechazar el producto. (Badui & Badui, 2006).

En el aroma y textura tiene el mismo comportamiento con la correlación de aroma y sabor estadísticamente hablando, ya que en fenómenos físicos va depender de variables como de temperatura, tiempo de fritura y área de contacto.

En la última correlación se aprecia sabor y textura (correlación más fuerte), siendo los estímulos gustativos y la textura, la respuesta de los sentidos táctiles a estímulos físicos que resultan del contacto entre alguna parte del cuerpo y el alimento. En algunos casos, el sentido del oído interviene en la percepción de la textura como la de los snacks tipo chips. (Hough, 2000).

El análisis de correlaciones entre atributos para los chips de batata se presenta en la tabla 7.

Tabla 7

Correlaciones entre atributos de los chips de batata.

Valor-p	Apariencia	Aroma	Sabor	textura
Apariencia		0.5432	0.1692	0.6007
Aroma	0.5432		0.2430	0.4444
Sabor	0.1692	0.2430		0.5783
Textura	0.6007	0.4444	0.5783	

Fuente: Elaboración propia.

Analizando la correlación más fuerte, que este caso es la de apariencia y textura con un 0.6007, se muestra la gran relación lineal que estos presentan, lo cual señala que al mejorar la textura se da un giro significativo a la apariencia, lo cual mejorará la percepción de futuros consumidores. Este comportamiento se muestra en la figura 4 (atributos para estos chips de batata).

4. CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en esta investigación permitieron concluir que los snacks tipo chips elaborados partir de los tubérculos ñame y batata desarrollaron un buen comportamiento acorde con el proceso productivo establecido, obteniendo un producto con buenas características nutricionales, en especial los contenidos de vitamina A (Chips de Ñame) y vitamina C (Chips de Batata), y bajos contenidos de grasas totales para ambos productos; Alcanzando las denominaciones de “altos en” vitamina C, “bajo contenido de” sodio y la denominación de “buena fuente de” vitamina A, en cumplimiento con la normativa colombiana. Los snacks tipo chips tuvieron una buena aceptación entre los panelistas semi entrenados, destacándose los de sabor y textura; la aceptabilidad fue entre el 75 y 92% de los panelistas, mostrando mucho más agrado a los atributos sensoriales de los chips de Ñame.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- A.O.A.C. (2000). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. EUA.
- Armando, A., & Vélez, C. A. (2008). Modelado del Proceso de Fritura del Ñame (*Dioscorea alata*) mediante Mediciones Reológicas usando la Metodología de Superficie de Respuesta. *Información Tecnológica*, 19(5). <https://doi.org/10.4067/s0718-07642008000500003>
- Badui, S., & Badui, D. (2006). Química de los alimentos (Cuarta ed; P. E. de México, Ed.). Retrieved from www.pearsoneducacion.net
- Carbajal, G. P., & Humancóndor, T. S. (2017). Influencia de la extrusión en las características fisicoquímicas y evaluación de aceptabilidad de un snack a base de kiwicha (*amaranthus caudatus*) y harina de camote (*ipomoea batatas*) (Universidad nacional del santa. Perú.). Retrieved from <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2783>
- Chacón-Ordúz, G., Muñoz-Rincón, A., & Quiñónez-Mosquera, G. A. Q.-M. (2017). Descripción del mercado de los snacks saludables en Villavicencio, Meta. *Libre Empresa*, 14(2), 33–45. <https://doi.org/10.18041/1657-2815/libreempresa.2017v14n2.3031>
- Hough, G. (2000). Textura sensorial de galletitas crocantes en función de su composición, humedad y temperatura de transición vítrea (Universidad de Buenos Aires, Argentina). Retrieved from https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3258_Hough.pdf
- Herrera, V. (2015). Elaboración de rodajas de camote (*Ipomoea batatas*) aplicado fritura al vacío (Universidad tecnológica equinoccial. Ecuador.). Retrieved from <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5134>
- Lim, J. (2011). Hedonic scaling: A review of methods and theory. *Food Quality and Preference*, 22, 733–747. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.05.008>
- Lissbrant, S. (2015). Seguridad Alimentaria Y Nutricional En La Región Caribe: Consecuencias De La Desnutrición Y Buenas Prácticas Como Soluciones. *Investigación & Desarrollo*, 23(1), 117–138. <https://doi.org/10.14482/i&d.v23i1.6529>
- Martí, H. R., D'Chudil, H., & Corbino, G. (2011). La batata: el redescubrimiento de un cultivo - Dialnet. *Ciencia Hoy*, 21(121), 17–23. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4316128>
- Navas, P., Ledezma, J., & Martínez, S. (2015).

- Características Sensoriales De Papas Tipo Bastón Fritas En Aceites Condimentados. *Ciencias Básicas Y Tecnología*, 27(2), 286–292. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427742245010>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2008) Norma Técnica Colombiana 1556. Métodos para Determinar el Contenido de Nitrógeno. Recuperado de: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC1556.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2009). Norma Técnica Colombiana 1663 Métodos de Determinación del Contenido de Humedad. Método de Referencia y Método de Rutina. Recuperado de: <https://www.icontec.org/rules/carne-y-productos-carnicos-metodos-de-determinacion-del-contenido-de-humedad-metodo-de-referencia-y-metodo-de-rutina/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). Cambio Climático, Agricultura Y Seguridad Alimentaria. Retrieved from www.fao.org/publications
- Púa R, A. L., Caballero P, L. A., & Rivera Ma, E. (2010). Evaluación de las características químicas, físicas y microbiológicas de una bebida láctea enriquecida. *Limentech Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 9(1). <https://doi.org/10.24054/16927125.v1.n1.2011.475>
- Reina-Aranza, Y. C. (2012, June 14). El cultivo de ñame en el Caribe colombiano. <https://doi.org/10.32468/dtseru.168>
- Ministro de la protección social. (10 de febrero de 2011). Requisitos de rotulado o etiquetado nutricional para alimentos envasados para consumo humano. [Resolución Número 333]. DO: 47.984
- Rodriguez, G. P. (2008). Caracterización De Variedades De Batata (*Ipomoea batata*) Con El Fin De Desarrollar Un Puré Que Sea Fuente Para La Elaboración De Productos Preformados En McCain Colombia (Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia). Retrieved from http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15876/T43.08_R618c.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rojas, M. A. R. (2012). Estudio de las características fisicoquímicas de la yuca (*manihot esculenta crantz*) y sus efectos en la calidad de hojuelas fritas para su procesamiento en la empresa pronal S.A (Trabajo de grado) (Univesidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia). Retrieved from <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/633682R741.pdf>
- Salcedo-Mendoza, J., García-Mogollón, C., & Salcedo-Hernández, D. (2018). Propiedades funcionales de almidones de ñame (*Dioscorea alata*) Funtional properties of starch yam (*Dioscorea alata*) Propriedades funcionais do amido de inhame (*Dioscorea alata*). 16(2), 99–107. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v16n2.1170>
- Taiwo, K. A., & Baik, O. D. (2007). Effects of pre-treatments on the shrinkage and textural properties of fried sweet potatoes. *LWT - Food Science and Technology*, 40(4), 661–668. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.03.005>
- Vidal, A. R., Zaucedo-Zuñiga, A. L., & Ramos-García, M. de L. (2018). Propiedades nutritivas del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2), 132–146. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541001>

Diseño y caracterización de una crema untable a partir de semillas de marañón (*Anacardium occidentale* L.)

Design and characterization of a spreadable cream from cashew seeds (*Anacardium occidentale* L.)

Yair García-Pacheco¹

Haidyn Algarín-De León²

Darina Pertúz-Fontalvo³

Dary Luz Rivera-Pertúz⁴

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tuvo como intención principal desarrollar una alternativa de consumo de la semilla de marañón. El procedimiento consistió en elaborar una crema untable a partir de estas semillas, adicional a ello, se determinó su composición nutricional y se realizó la declaración de sus propiedades nutricionales. La crema untable fue sometida a una prueba de aceptabilidad ante panelistas no entrenados, quienes expresaron sus opiniones personales, las cuales apuntan a una aceptación positiva del producto.

Palabras Clave: prueba, aceptabilidad, panelistas, composición, nutricional, marañón.

ABSTRACT

The main intention of this research work was to develop an alternative for the consumption of cashew seed. The procedure consisted of preparing a spreadable cream from these seeds, and in addition to this, its nutritional composition was determined and the declaration of its nutritional properties was made. The spreadable cream was subjected to an acceptability test before untrained panelists, who expressed their personal opinions, which point to a positive acceptance of the product.

Key Words: proof, acceptability, panelists, composition, nutritional, cashew.

- 1 Desarrollo de alimentos funcionales, Ing. Agroindustrial, Msc. Seguridad Alimentaria y Nutricional, Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), ygarciapacheco@mail.uniatlantico.edu.co, Barranquilla.
- 2 Desarrollo de alimentos funcionales. Estudiante Ing. Agroindustrial. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), haidyn.alg12@gmail.com, Barranquilla.
- 3 Desarrollo de alimentos funcionales. Estudiante Ing. Agroindustrial. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), darinapertuz17@gmail.com, Barranquilla.
- 4 Desarrollo de alimentos funcionales. Estudiante Ing. Agroindustrial. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), r.daryluz@gmail.com, Barranquilla.

1. INTRODUCCIÓN.

El marañón (*Anacardium occidentale* L), es un árbol silvestre que pertenece a la familia Anacardiácea, originario de las zonas tropicales de América y del Noroeste brasileño que presenta excelentes propiedades medicinales y nutricionales (Ofusori, et. Al, 2008). Algunos la catalogan oriunda de Antillas menores y México; en Colombia se encuentra en los Llanos Orientales, Leticia, Costa Atlántica, Tolima, en los humedales del bajo Atrato y en zonas semidesérticas de la Guajira; crece en diversos tipos de suelos (alcalinos de buena fertilidad y ácidos de baja fertilidad), con buen drenaje, además con ventajas de adaptación en suelos pobres (Jaramillo, 2011).

La fruta está compuesta de dos partes: el pseudofruto y la nuez. El primero es el resultado del desarrollo del pedúnculo, en una estructura carnosa característica de esta planta (Céspedes, 2009). Posee una elevada concentración de taninos y por eso tiene un sabor astringente y al mismo tiempo ácido, razones para no ser muy aceptada por el consumidor (Ramírez, Ramírez, Trejo-Marquez, Vargas, Lira A. y Pancual, 2016).

El fruto real es la nuez, localizada en la parte externa del pseudofruto y adyacente a éste, la parte comestible: la semilla, un núcleo en forma de riñón de unos 3 a 5 centímetros, dura y seca de color gris. Actualmente las nueces, el pseudofruto y el aceite de nuez son los productos que más se comercializan del árbol del marañón a nivel internacional. La nuez es el principal producto comestible del árbol, debido a sus propiedades nutricionales, pero se mercantiliza en alto porcentaje como semilla tostada

(Bartuano, Castulovich, Franco, González y Correa, 2016).

La intención real de este trabajo investigativo es ofrecer a los consumidores una alternativa de alimentación atractiva y saludable, que cuente con todas las propiedades medicinales, nutricionales y de mucho beneficio para la salud.

2. METODOLOGÍA.

Es una investigación mixta que se llevó a cabo en tres etapas, comprendido en primera instancia por la elaboración de la crema untable a base de las semillas del marañón, en un segundo momento la caracterización nutricional y por último el análisis sensorial de la misma.

Elaboración de la crema untable a partir de semillas de marañón.

Para elaborar la crema untable a base de semillas de marañón, se realizaron las respectivas operaciones preliminares y procesamiento de la materia prima. Las proporciones de la formulación de la crema fueron; Semillas de marañón 68%, Sal 2%, Miel 10% y Aceite de soja 20%.

• Operaciones preliminares.

El primer paso consistió en recibir las semillas de marañón y seleccionar las que se encontraban en óptimas condiciones, seguido a ello se procedió al pesaje, y las nueces se colocaron al sol durante 5 días para facilitar la extracción de las semillas. El mecanismo utilizado para obtener las semillas consistía en golpear la cáscara de la nuez fuertemente, en este caso con un martillo. Finalmente, las semillas fueron

lavadas en varias ocasiones para asegurar que no quedara ninguna especie de residuo.

- **Procesamiento.**

Teniendo las semillas previamente lavadas, se procedió a tostarlas. Para esta operación fue necesario colocar las semillas en una parrilla para asar. El proceso se realizó a temperaturas entre 65-75°C, para evitar que las semillas se quemaran, ya que la finalidad era obtener una coloración dorada. Para lograr esto, también fue necesario mantener las semillas en constante movimiento con el objetivo de tener una distribución uniforme del calor. Consecutivamente, las semillas fueron llevadas a un procesador de alimentos para su reducción de tamaño. A su vez, se colocó en calentamiento la miel a la cual se le añadió sal para lograr disolverla, esta mezcla se adicionó a las semillas que se estaban procesando. Los aceites que contienen las semillas de marañón facilitaron la obtención de la característica untable que se deseaba, así mismo el aceite de soja que se añadió contribuyó a mejorar en gran parte la textura.

Caracterización nutricional de la crema untable.

En la tabla 1. se presentan los análisis empleados para la caracterización nutricional realizada a la crema de A. occidentale, siguiendo la metodología descrita por, Púa, Caballero y Rivera (2011).

Tabla 1

Análisis bromatológicos, métodos y normas determinados a la crema untable.

Análisis	Método	Norma
Bromatológico		
Proteínas	Kjeldahl	(NTC, 2008)
Grasas	Gravimétrico, con aparato Soxhlet	(NTC, 2008)
Fibra	Gravimétrico	(AOAC, 2000) (NTC, 2009)
Cenizas	Gravimétrico	(NTC, 2008)
Carbohidrato	Diferencia	(AOAC, 2000)

Fuente: Elaboración propia.

Análisis sensorial de la crema untable a partir de semillas de marañón.

En esta etapa del proceso la crema untable fue sometida a una prueba de aceptabilidad en la que participaron un total de 28 panelistas no entrenados. En la prueba se evaluaron atributos como la apariencia, aroma, sabor y textura. Se empleó la escala hedónica Peryamm & Pilgrim de cinco niveles (tabla 2), descrita por Lim (2011). De igual forma se formuló una pregunta abierta con el fin de conocer si los panelistas asociaban la muestra con un producto del mercado.

Tabla 2

Escala hedónica utilizada para la evaluación sensorial de la crema de marañón

Puntaje	Categoría
1	No me gusta nada
2	No me gusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Fuente: Elaboración propia.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

Caracterización nutricional de la crema untable a partir de semillas de marañón.

En la tabla 3 se presentan los resultados de la caracterización nutricional de la crema de marañón.

Tabla 3

Caracterización nutricional a la crema untable para 100g de muestra

Nutrientes	Crema de A. occidentale
Proteínas	13.66
Grasas	55.6
Fibra	3.42
Cenizas	1,64
Carbohidratos	25.68

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las características nutricionales de la crema (Tabla 3), se destaca el contenido de grasas 55,6 g /100 g., que puede considerarse

como elevado, pero se encuentra en un 75% en forma de ácidos grasos mono y poliinsaturados (González, Senior, Rojas y Durán, 2017). En contenido de proteína 13,66 g /100 g, representa un porcentaje que le permite alcanzar la denominación de “Buena fuente” cumpliendo con los requerimientos de aporte de proteína, establecidos por la Resolución 333 de 2011.

Análisis sensorial de la crema untable a partir de semillas de marañón.

En la tabla 4, se muestran los resultados obtenidos en la prueba de aceptabilidad.

Tabla 4

Resultado de la prueba sensorial con respecto a cada atributo.

Puntaje	Categoría	Apariencia	Aroma	Sabor	Textura
1	No me gusta nada	0	0	0	1
2	No me gusta	5	1	0	0
3	No me gusta ni me disgusta	11	11	1	11
4	Me gusta	8	13	16	13
5	Me gusta mucho	4	3	11	3

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la tabla 4, se puede observar que a la mayoría de los panelistas no les gustó ni les disgustó la apariencia de la crema. Con relación al aroma, 13 de los 28 panelistas indicaron que les gustó. Para el sabor, más de la mitad de los panelistas (16) también afirmaron que les gustó.

Por último, en la tabla 4 se evidencia que las opiniones estuvieron muy divididas, ya que 11 personas aseveraron que ni les gustaba ni les disgustaba la textura y 13 afirmaron que si les gustaba.

En la figura 1, se muestra de forma gráfica las proporciones de aceptación de los atributos evaluados, mostrándose el sabor y la textura como las características con mayor desviación de decisión por parte de los panelistas y la apariencia que tiene mejores características acentuadas.

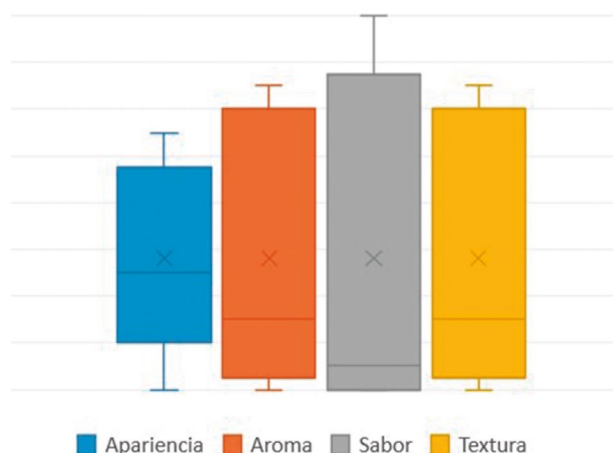


Figura 1. Diagrama de cajas de la aceptabilidad de la apariencia en la crema unttable.
Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES.

Se logró elaborar un producto con buenas características nutricionales y que fuese atractivo a los consumidores. La crema unttable tuvo una gran aceptabilidad ya que de los cuatro (4) atributos evaluados, tres (3) tuvieron aceptación positiva por parte de los panelistas, por su parte el atributo del sabor fue el de mayor aceptabilidad entre los evaluadores.

Al producto se le realizó la declaración de sus propiedades nutricionales teniendo en cuenta la resolución 333 de 2011, teniendo como resultado que este es alto en proteína, rico en ácidos grasos omega 3 y excelente fuente de ácidos grasos insaturados.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- A.O.A.C. (2000). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. EUA. Recuperado de: <http://www.eoma.aoac.org/>
- Bartuano, L. M., Castulovich, B., Franco, J., González, M., & Correa, J. (1). (2016). Elaboración de mantequilla a base de semilla de marañón. Revista De Iniciación Científica, 2(1), 7-11. Recuperado a partir de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/595>
- Céspedes, Gloria. Asociación Etnobotánica Paraguay. (2009). Plantas medicinales del jardín Botánico de Asunción. Marañón, (Anacardium occidentale).
- Cruz, L. (2017). Alimentos funcionales. Biotiempo 2007, vol 7, 46-54. Recuperado a partir de <http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/view/872/789>
- Enciclopedia Salud (2015). Nuez [en línea]. (17/03/15). <http://www.enciclopedia.salud.com/definiciones/nuez>
- González, G., Senior, M., Rojas, B. y Durán, H. (2017). Evaluación Térmica Y Perfil De Ácidos Grasos Del Aceite De Las Semillas Del Merey, Anacardium Occidentale L. Saber, Universidad de Oriente, Venezuela. Vol. 29:517-522.

- Galdámez, A, (2004), *Frutal es: Guía técnica del cultivo de marañón*, Santa Tecla, El Salvador.
- Lim J.. (2011). "Hedonic scaling: A review of methods and theory," *Food Qual. Prefer. - FOOD QUAL Prefer.*, vol. 22, pp. 733–747.
- Jaramillo, Luisa Fernanda. *Marañón*, (Anacardium Occidentale). *Inf. tecnol.* [online]. [citado 2011-11-05], disponible en: <http://www.unalmed.edu.co/~crsequed/MA-RA%D10N.htm>.
- Púa A, L. Caballero y M. Rivera. (2011). "Evaluación de las características químicas, físicas y microbiológicas de una bebida láctea enriquecida", *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, vol. 9, no 1, pp. 5-13.
- Ministro de la protección social. (10 de febrero de 2011). *Requisitos de rotulado o etiquetado nutricional para alimentos envasados para consumo humano*. [Resolución Número 333]. DO: 47.984
- Ofusori, D.A. Enaibe, B. U.; Adelakun, A. E.; Adesanya, O. A.; Ude, R. A.; Oluyemi, K. A.; Okwuonu, C. U.; Apantaku, O. A. Microestructural study of the effect of ethanolic extract of Cashew stem bark *Anacardium occidentale* on the brain and Kidney of Swiss albino mice, *Internet Journal of Alternative medicine*: 5, 1-3 (2008). <https://scialert.net/abstract/?doi=rjphyto.2014.78.91>
- Ramírez, M. Trejo-Marquez, M. Vargas, Lira A. A., & Pancual S. (2016). *Fibra para el futuro propiedades y beneficios*. En M.E. Ramírez Ortiz. (Ed.). *Alimentos funcionales de Hoy*. Barcelona, España: OmniScience. 1-34.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2008) *Norma Técnica Colombiana 1556. Métodos para Determinar el Contenido de Nitrógeno*. Recuperado de: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC1556.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2009) *Norma Técnica Colombiana 1663 Métodos de Determinación del Contenido de Humedad. Método de Referencia y Método de Rutina*. Recuperado de: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC1663.pdf>

Elaboración y caracterización de pan de molde a base de harina de chía (*salvia hispánica l.*) y quinua (*Chenopodium quinoa wild*).

Elaboration and characterization of molded bread based on chia flour (*salvia hispánica l.*) And quinua (*chenopodium quinoa wild*)

Jennifer Navarro-Martínez¹

Shadia Pereira-Jalilie²

RESUMEN

En la actualidad, existe una tendencia mundial hacia lo saludable y lo orgánico, lo que hace necesario el desarrollo de nuevos productos que contengan un alto valor nutritivo y que no afecte la salud de los consumidores; debido a que en muchos casos el inicio de un estilo de vida saludable se ve forzado por alteraciones en el metabolismo como la obesidad o sobrepeso; y por algunas intolerancias que impiden la ingesta de diversos tipos de alimentos. Por esta razón, el principal objetivo de esta investigación consistió en desarrollar varias formulaciones para reemplazar la harina de trigo por harina de chía y quinua en un pan de molde; las cuales están comprobadas como libres de gluten; así mismo, se buscó evaluar sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales para determinar la formulación que cumpliera con los criterios de aceptabilidad; por lo que se determinó que la formulación que contenía 28% harina de Chía y 72% harina de Quinoa, obtuvo mayor aceptación en la población encuestada. Por otra parte, frente a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no presentó una diferencia significativa en comparación con las otras formulaciones.

Palabras Clave: *chía, quinua, celiaquía, pan de molde, pruebas.*

ABSTRACT

Today, there is a global trend towards healthy and organic, which makes it necessary to develop new products that contain high nutritional value and do not affect the health of consumers; because in many cases the onset of a healthy lifestyle is forced by alterations in metabolism such as obesity or overweight; and because of some intolerances that prevent the intake of various types of food. For this reason, it is convenient to use a mold bread formulation based on Chia and Quinoa flour because they are gluten-free flours. Therefore, 3 formulations were developed, to which different physicochemical, microbiological and sensory tests were performed, from which we obtained that the formulation of 28% Chia flour and 72% Quinoa flour, is the most in as far as sensory parameters are concerned. On the other hand, compared to the physicochemical and microbiological parameters I do not present a significant difference compared to the other formulations.

Key Words: *chia, quinoa, celiac disease, bread, tests.*

-
- 1 Estudiante de la Universidad del Atlántico, Facultad de Química y Farmacia, jpnavarro@mail.uniatlantico.edu.co, Barranquilla.
 - 2 Estudiante de la Universidad del Atlántico, Facultad de Química y Farmacia, spereira@mail.uniatlantico.edu.co, Barranquilla.

1. INTRODUCCIÓN.

El diseño de una formulación para un pan de molde, obtenido de la harina de Chía y Quinoa, genera un gran impacto no solo por ser un producto apto para personas con alergia al gluten, sino también para suplir la necesidad nutricional de la población colombiana, puesto que en el caso particular de la Chía, contiene proteína (20%) sin gluten; grasa (30%) con un 58,7% de ácido alfa linolénico; carbohidratos (26%); fibra (34%); calcio; potasio; hierro y vitaminas (Palacios, 2015) que ayudan a mejorar la condición nutricional de la población. Así mismo, la Quinoa se denomina pseudocereal por su alto contenido de carbohidratos, principalmente de almidón (50- 60%) que hace que se emplee como un cereal; sin embargo, normalmente su grasa es más alta que la de estos y su proteína mayor (Tapia, M., H. Gandarillas; S. Alandia, A. Cardozo & A. Mujica, 1979). Se considera libre de gluten porque su proteína está conformada principalmente por albúminas y globulinas (Nieto y Valdivia, 2001).

Teniendo en cuenta lo anterior, el desarrollo de formulaciones para reemplazar la harina de trigo por harina de chía y quinoa en un pan de molde, evaluando sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, es un gran precedente en el ámbito industrial; esto permitirá la utilización de Chía y Quinoa en la investigación y desarrollo de nuevos productos de alimentación que sean accesibles al público en general, y que además de ello sirvan como alimentos funcionales que aporten los nutrientes necesarios para el normal desarrollo de las actividades diarias, sean aptos para las personas que presentan la condición de celiaquía y tengan una presentación apetecible

ante todo tipo de público, desde niños a adultos mayores.

Por otra parte, este tipo de investigaciones es un puente para el inicio de nuevas investigaciones de semillas y frutos que han sido poco estudiados y que pueden proveer a los seres humanos de gran cantidad de nutrientes; impulsando a los investigadores a indagar sobre este tipo de cereales y pseudocereales, que han sido poco explorados; abriendo así un nuevo camino a la investigación de alimentos y su campo de aplicación.

2. METODOLOGÍA.

El diseño metodológico de este estudio estuvo constituido por una población representada por la harina de chía y quinua presente en la Ciudad de Barranquilla, Atlántico, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, es decir, que cumpliera con criterios de aspecto, olor, textura, color, que se encontrara libre de impurezas, con registro sanitario vigente, que su empaque no haya sido violentado, todo esto, para garantizar la calidad de la misma. Por otra parte, la muestra estuvo representada por 3 formulaciones de pan de molde a base de harina de Chía y Quinoa, elaborado de manera convencional (Figura 1), utilizando las siguientes materias primas: harina de chía, harina de quinua, sal común, bicarbonato, jugo de limón, aceite de oliva, esencia de mantequilla y agua.

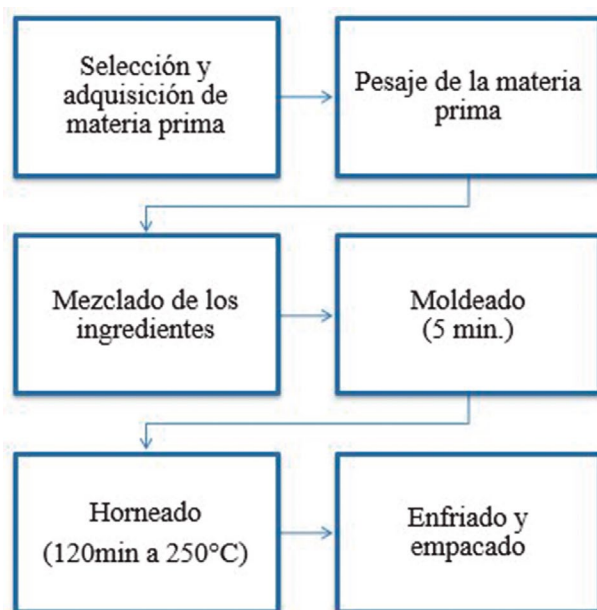


Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de elaboración del pan de molde a base de harina de chía y quinoa.

Fuente: Elaboración propia.

Formulación de pan de molde a base de harina de chía y quinoa.

Para la elaboración de pan de molde a base de harina de chía y quinoa, se desarrollaron tres formulaciones diferentes, variando el porcentaje de la harina de chía y quinoa, de la siguiente manera:

- Formulación 1: 83% Harina de Quinoa y 17% Harina de Chía.
- Formulación 2: 72% Harina de Quinoa y 28% Harina de Chía
- Formulación 3: 56% Harina de Quinoa y 44% Harina de Chía

En la tabla 1 se muestra la formulación general en gramos o ml dependiendo del caso.

Tabla 1

Formulación general del pan de molde

Ingredientes	Cantidades
Harina de Quinoa/Chía	360 g
Bicarbonato	1 g
Sal	1 g
Edulcorante artificial	1 g
Aceite de oliva	15 mL
Jugo de limón	15 mL
Esencia de Mantequilla	0,10 mL
Agua c.s.p.	450 g

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2 se detallan las cantidades específicas usadas para cada formulación.

Tabla 2

Variación de las cantidades por formulación de pan de molde.

Ingredientes	Cantidades		
	F1 (18317)	F2 (27228)	F3 (35644)
Harina de Quinoa	300 g	260 g	200 g
Harina de Chía	60 g	100 g	160 g
Bicarbonato	1 g	1 g	1 g
Sal	1 g	1 g	1 g
Edulcorante Artificial	1 g	1 g	1 g
Aceite de oliva	15 mL	15 mL	15 mL
Jugo de limón	15 mL	15 mL	15 mL
Esencia de Mantequilla	0,10 mL	0,10 mL	0,10 mL
Agua c.s.p.	450 g	450 g	450 g

Fuente: Elaboración propia.

Determinación de la formulación con mayor aceptación, mediante pruebas de tipo sensorial, aplicado a panelistas consumidores.

Se seleccionaron 20 panelistas adultos al azar entre los 18 y los 50 años de edad; de diferentes lugares de la ciudad, a los cuales se les aplicó una prueba de aceptabilidad sensorial o escala hedónica de 5 puntos en un formato de prueba de aceptación, con la que se evaluaron los atributos correspondientes al olor, color y sabor; para ello se le hizo entrega a cada persona de tres muestras, una por cada formulación.

Posteriormente, los resultados fueron procesados mediante cálculos estadísticos de tipo descriptivo, lo que permitió identificar la formulación con mayor aceptación frente a los 3 parámetros evaluados (color, olor y sabor).

Determinación de parámetros bromatológicos y microbiológicos del pan de molde a base de harina de chía y quinua.

En la tabla 3 se evidencian los parámetros bromatológicos y microbiológicos que se estudiaron en la elaboración del pan a base de chía y quinua.

Tabla 3

Parámetros Bromatológico y Microbiológicos del pan de molde a base de harina de chía y quinua

PRUEBA	METODO	REFERENCIA
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS		
Grasa	Método Soxhlet	A.O.A.C 2012
Humedad	Método de desecación por balanza de humedad MB 35 halógena.	A.O.A.C 2012
pH	Método potenciométrico	A.O.A.C 2012
Cenizas	Incineración a 550°C por calcinación por mufla	A.O.A.C 2012
Fibra	Hidrólisis ácida	A.O.A.C 2012
Carbohidratos	Método indirecto por cálculo matemático	A.O.A.C 2012
Valor Energético	Factor de Atwater	Cálculo matemático
Vitamina C	Titulación Yodimétrica	A.O.A.C 967.21
Acidez	Titulación con Hidróxido de sodio	A.O.A.C 2012
Recuento de bacterias aerobias mesófilas	Recuento en placa	ISO 4833-1:2013
Recuento de mohos y levaduras	Recuento en placa	ICMSF
Recuento de Staphylococcus aureus coagulasa positivos	Recuento en placa	ISO 6888-1:1999/ Amd.1:2003 (E)

Detección de Salmonella spp.	Recuento en placa	AFNOR BIO 12/32-10/11(VI-DAS) SPP
Recuento de Bacillus cereus	Selectividad en agar	ISO 7932-2004

Fuente: Elaboración propia.

Análisis estadístico.

Para el tratamiento de los datos obtenidos en los ensayos se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), lo que permitió identificar los aspectos característicos del comportamiento de los datos y agruparlos de forma sistemática y ordenada, los anteriores fueron realizados mediante el programa STATGRAPHICS CENTURION.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

En lo que concierne a la evaluación del grado de aceptación del pan de molde a base de harina de chía y quinoa, a través de un test sensorial, se hace necesario una breve descripción del mismo. De esta manera el Pan de molde a base de harina de chía y quinoa, fue elaborado de forma artesanal, por medio de un proceso de mezclado, moldeado, horneado, enfriado y empacado. Con gran valor nutricional, apto para todo tipo de consumidor, especialmente, personas con desórdenes alimenticios o intolerancias como la celiaquía.

Los resultados obtenidos fueron recolectados a través de una prueba de tipo sensorial, y analizados de acuerdo a tres variables (aroma, sabor y color). Todos estos representados en la tabla 4, que se presenta a continuación:

Tabla 4.

Atributos organolépticos evaluados.

Muestras	Perfil Aroma		Perfil Sabor		Perfil Color	
	$\bar{x}$	δ	$\bar{x}$	δ	$\bar{x}$	δ
18317	3,15	0,75	3,2	0,70	3,4	0,68
27228	3,5	0,69	3,9	0,67	3,6	0,60
35644	2,8	0,77	3,0	0,76	2,9	0,99

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados obtenidos se afirma que el producto en general tubo una aceptación media, prefiriendo la formulación 2: 72% 28%, seguida por la formulación 1: 83% 17% y por último la formulación 3: 56% 44%. En general los resultados son variados, en el caso del aroma para la formulación 3: 56% 44% fue el puntaje más bajo (2,8), el cual manifestaron los jueces no tenía un olor identificable. El puntaje más alto lo obtuvo el sabor para la formulación 1: 83% 17% con un promedio de 3,9 y una desviación estándar relativamente baja (0,67). Por otra parte, la desviación estándar más alta la obtuvo el sabor de la formulación 3: 56% 44% (0,99), según algunos panelistas tenía el color propio de la semilla de chía. Teniendo en cuenta lo anterior, se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los resultados de la formulación 2: 72% 28% y las otras dos formulaciones (3: 56% 44% y 1: 83% 17%) en lo que respecta a los atributos de aroma y sabor; lo que da a entender que la mezcla entre las dos harinas en esta formulación genera mayor aceptación que en las formulaciones en las que se tiene mayor proporción de una de las dos. En cuanto a los resultados obtenidos para el atributo de color, se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre la formulación 3: 56% 44% y las otras dos formulaciones.

En general, según los comentarios realizados por los panelistas es necesario el uso de mejoradores de sabor o algún otro ingrediente que mejore la “esponjosidad” de la formulación; sin embargo, por lo observado se es viable el uso de sustituciones totales o parciales de la harina de trigo por harina de chía y quinua.

Análisis fisicoquímicos realizados al pan de molde a base de harina de chía y quinua.

En lo que se refiere a los análisis fisicoquímicos realizados al pan de molde a base de harina de chía y quinua, se pueden evidenciar los resultados obtenidos en la Tabla 5; donde además son comparados los resultados frente a un pan de molde harina de trigo convencional.

Tabla 5.

Resultados de los análisis fisicoquímicos aplicados al pan de molde.

Investigación	Formulación 27228	Pan de molde de harina de Trigo (Arone, 2015)
Análisis	Pan de molde a base de Harina de Chía y Quinua	
Grasa (%)	9,43 ± 0,01	8,95 ± 0,04
Humedad (%)	35,96 ± 1,8	32,75 ± 0,07
pH	7,54 ± 0,4	6,1 ± 0,004
Acidez (%)	0,28 ± 0,00	0,0053 ± 0,0007
Cenizas (%)	3,20 ± 0,1	2,82 ± 0,01
Fibra (%)	11,05 ± 0,01	6,1 ± 0,14
Carbohidratos (%)	56,7 ± 0,01	72,1 ± 0,23
Proteína (%)	9,50 ± 0,01	9,96 ± 0,16
Valor Energético (K/cal)	344,06 ± 0,00	—
Vitamina C (%)	0,08 ± 0,00	—

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicas descritas anteriormente en la tabla 5, el porcentaje de grasa establecido (Norma Técnica Colombiana 1363, 2005), se encuentra entre un 6 a 18% para panes blandos; por tanto, el valor obtenido en la formulación 2: 72% 28% (9,43%) se encuentra dentro de los límites establecidos, por otro lado, (Arone, 2015) encontró que a medida que se incrementa la sustitución de las harinas incrementa el porcentaje de grasa, este suceso ocurre debido a que la chía tiene en su composición mayor contenido de grasa es de 30,74% (Ayerza, 1995) al igual que la quinua 3,57% (USDA, 2018). En comparación con el trigo 1,8% (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2018), por lo anterior, se puede afirmar que la adición de harina de chía es el que proporciona al pan molde mayor contenido de grasa.

En cuanto a la determinación del contenido de humedad, según la Norma Técnica Colombiana 1363, 2005, el porcentaje de humedad para un pan blando se encuentra entre un 20 y 40%; y según los resultados obtenidos por (Arone, 2015) es de 32,75% para un pan de molde a base de harina de trigo, teniendo en cuenta lo anterior y al comparar el resultado obtenido para la formulación 2: 72% 28% (35,96%), se puede afirmar que el pan de molde a base de harina de chía y quinua se encuentra dentro de las especificaciones.

De acuerdo con Fuentes (2012), la chía tiene una capacidad de retención de 6,2 g de agua/g de fibra, además el contenido de humedad incrementa por causa del tamaño de partícula, ya que teóricamente a menor tamaño de partícula la facilidad de hidratación se aumenta, por la superficie de contacto que se tiene, debido a que

en el pan molde se utilizó harina de chía y no el grano entero; así mismo, la chía comparada con otras fuentes de fibra como la linaza o salvado presenta mayor capacidad de retención de agua, lo que ocasiona que por su acción osmótica capte agua y forme coloides tipo gel imposibilitando su evaporación (Ivana, 2013). Esto último, hace que se acorte la vida útil del pan de molde a base de harina de chía y quinua, comparándolo con un pan de molde de harina de trigo.

En lo que al pH se refiere, y según la Norma Técnica Colombiana 1363, 2005, el pH de un pan debe estar comprendido entre 4,8 a 6,0; sin embargo, esto no aplica para los panes de régimen especial como es el caso de pan de molde a base de harina de chía y quinua, para el cual se obtuvo un valor de pH de 7,54 lo que conlleva a que este tipo de panes este propenso a la proliferación de microorganismos, acortando el tiempo de vida útil; esta condición se ve influenciada por las características intrínsecas de la chía y su capacidad de absorción de agua. A diferencia de lo observado en el estudio de Arone (2015), en el cual, el pH para el pan de molde de harina de trigo es de 6,1 valor cercano a lo establecido en la Norma Técnica Colombiana. Con relación a la acidez, podemos decir que el valor obtenido es elevado (0,28) frente a los resultados obtenidos por (Arone, 2015) el cual es un valor mucho menor (0,0053); sin embargo, esto se puede explicar por los ingredientes usados para la formulación del pan, al cual se le agregó jugo de limón, a pesar de ello, según Wagner (2005) la acidez representa un problema cuando es mayor de 4 gramos/litros, debido a que se ve reflejado en el sabor del alimento y la percepción del consumidor.

Con respecto a las cenizas, según lo obtenido por Arone (2015) en su investigación a medida que se incrementan las sustituciones de harina de chía y quinua, también incrementa el porcentaje de cenizas, puesto que, la quinua dentro de su composición presenta un alto contenido de minerales, al igual que la chía. Razón por la cual, el valor presentado en su investigación (2,82%) es inferior al obtenido en la formulación 2: 72% 28% (3,2%). Estos resultados soportan la idea de usar este tipo de pan para otro tipo de poblaciones, no solo la población celiaca, sino también las poblaciones con problemas de malnutrición.

En consideración a la fibra, se puede decir que el porcentaje obtenido (11,05%) es el valor esperado para el tipo de formulación desarrollada, teniendo en cuenta que está por encima del valor de fibra presente en un pan comercial, que según (Yela, 2004) tiene un contenido de 6% de fibra. Por lo cual, la formulación utilizada presenta beneficios que pueden ser ampliamente usados en personas con patologías como la diabetes, la obesidad, entre otras, lo que representaría un gran auge en el mercado alimenticio.

En cuanto al contenido de carbohidratos, según Arone (2015) en un pan de molde de harina de trigo es de 72,1%. Para el caso del pan de molde a base de harina de chía y quina es de 56,7% cumpliendo así mismo la afirmación de Sanz (2008), en la que se dice que las sustituciones en alimentos se dan para mejorar una o varias características funcionales y/o su valor nutricional. Estos resultados están asociados al contenido de carbohidratos de la semilla de quinua (42,1%), debido a que la semilla de chía no tiene un aporte representativo de los mismos.

Con respecto al contenido de proteína, se obtuvo un valor de 9,5% para el pan de molde a base de harina de chí y quinua, el cual se encuentra por encima del valor proteico de un pan de molde de harina de trigo (8,9%) según lo descrito por tabla de composición de alimentos colombiana. Esto se debe al contenido proteico presente en las semillas de chí (16,74%) y quinua (16,5%).

El valor energético calculado para el pan de molde fue de (344,06 K/cal); lo que ratifica ser clasificados como alimentos de alta densidad calórica, además este aporte es bueno con respecto a la ingesta diaria (2000 k/cal) lo cual va a depender de la edad, sexo, estado de salud y actividad física.

En lo que concierne al contenido de vitamina C, se obtuvo un valor de (0,08%), siendo un porcentaje relativamente pequeño, pero que, al ser comparado con el contenido de vitaminas en otros panes de molde, es representativo; debido a que en ningún otro pan de molde se reporta el contenido de dicha vitamina. Sin embargo, este resultado es más bajo del esperado, teniendo en cuenta el contenido de vitamina C presente en las semillas de Chí y Quinua, esto tiene sentido a causa del proceso de horneado al que fue sometido el pan de molde a base de harina de chí y quinua.

Análisis microbiológicos realizados al pan de molde a base de harina de chí y quinua.

En la Tabla 6, se evidencia la relación entre las pruebas microbiológicas aplicadas al pan de molde y los resultados obtenidos en cada una de ellas.

Tabla 6

Resultados microbiológicos del pan de molde a base de harina de chí y quinua.

Prueba	Resultado	Valor de ref.	Concepto
Recuento de Sta-phylococcus aureus Coagulasa Positiva.	< 10 UFC	< 100 UFC	Conform
Recuento de Mohos y Levaduras	11 UFC	≤ 200 UFC	Conform
Presencia de Salmonella spp.	Negativo a las 72 horas de incubación	Ausent	Conform
Presencia de Bacillus Cereus	Negativo a las 72 horas de incubación	Ausent	Conform
Presencia de Aerobios Mesófilos	52 UFC	≤ 104 UFC	Conform

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados microbiológicos descritos en la tabla 6, se puede decir que no hubo un recuento significativo y se encuentran dentro del valor de referencia aceptado según la Norma Técnica Colombiana 1363, 2005, la cual establece los requisitos generales para el pan. Es así como para el recuento de staphylococcus aureus coagulasa positiva se obtuvo un recuento inferior a las 10 UFC, en cuanto a los mohos y levaduras se obtuvieron 11 UFC, con respecto a la presencia de Salmonella spp y Bacillus Cereus, el resultado fue negativo a las 72 horas de incubación y por último para la presencia de

aerobios mesófilos se tuvo un recuento de 52 UFC, determinando así que el pan de molde a base de harina de chía y quinoa es producto es apto para el consumo humano.

4. CONCLUSIONES.

Para la elaboración del pan de molde a base de harina de Chía y Quinoa, se tomó como muestra representativa la harina de chía y Quinoa, encontrada en el Departamento del Atlántico, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión planteados. Posteriormente, se elaboró el pan a través de un proceso de mezclado, horneado, enfriado y empacado.

A través de una evaluación sensorial y estadístico se escogió la muestra de mayor aceptación, siendo esta la correspondiente al 72% de harina de Quinoa y 28% de harina de Chía. En cuanto a las propiedades bromatológicas se encontró que el pan de molde a base de harina de chía y quinoa, tiene un alto contenido de proteína, (9,5%), el cual se encuentra por encima del valor proteico de un pan de molde de harina de trigo (8,9%). Esto se debe al contenido proteico presente en las semillas de chía (16,74%) y quinoa (16,5%), Hecho que hace que la harina de Chía y Quinoa sea una materia prima favorable para la elaboración de diferentes productos alimenticios. En lo que concierne al contenido de vitamina C, se obtuvo un valor de (0,08%), siendo un porcentaje relativamente pequeño, pero que, al ser comparado con el contenido de vitaminas en otros panes de molde, es representativo; debido a que en ningún otro pan de molde se reporta el contenido de dicha vitamina.

Con respecto a los análisis microbiológicos realizados al pan de molde, se consideran que cumplen con los requisitos de la Norma Técnica Colombiana 1363, 2005, considerándolo apto para el consumo humano.

Por último, se establece que el pan de molde aporta un alto valor nutricional debido a la cantidad de proteínas presentes en las semillas de chía y Quinoa, así mismo no contiene un alto valor calórico, por lo que es recomendable para una alimentación balanceada, comparado con un pan de molde tradicional.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Arone, H (2015) Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pan tipo molde enriquecido con harina de quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) y chía (*Salvia hispanica* L.) [Tesis en internet]. [Perú]: Universidad Nacional José María. Recuperado de:
<http://repositorio.unajma.edu.pe/handle/123456789/210>
- Ayerza, R. (1995) Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. *JAOCs.*, 72(9): 1079–1081. Recuperado de:
<https://doi.org/10.1007/BF02660727>
- Fuentes Aguilar, G. (2012). Propiedades funcionales de harina de semilla de chia *Salvia hispanica* L. y su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas y microscópicas en un batido cárnico. (tesis de maestría) Universidad Autónoma Metropolitana, Mexico. Recuperado de: <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI15754.pdf>

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2005) Norma Técnica Colombiana (NTC 1363). Pan. Requisitos generales. Colombia. Recuperado de: <https://www.coursehero.com/file/41177403/anexoepdf/>
- Ivana Capitani, M. (2013). Caracterización y funcionalidad de subproductos de chia *Salvia hispanica L.* (tesis doctoral) Universidad nacional de la Plata, Buenos Aires. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26984>
- Nieto, C. y Valdivia, R. (2001) Postcosecha, transformación y agroindustria. Quinoa, ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. En Mujica, A., Jacobsen, S., Izquierdo, J. y Marathe, J. (Ed.), Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Santiago de Chile: FAO. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro03/home03.htm
- Palacios, G. Propiedades funcionales de chía (*Salvia hispánica L.*) en la salud [Tesis en internet]. Lima: Universidad Alas Peruanas. Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud. 2015. [citado el 18 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/6082/PALACIOS-COTERA-Resumen.pdf>.
- Sanz, N. (2008) Desarrollo de panes especiales con harina integral de amaranto [Tesis en internet]. España: Universidad Politécnica de Valencia. [citado el 16 de agosto de 2019]. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14087/DESARROLLO%20DE%20PANES%20ESPECIALES%20CON%20HARINA%20INTEGRAL%20DE%20AMARANTO.pdf?sequence=1>
- Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A. y Mujica, A. Quinoa y Kañiwa, Cultivos Andinos. Bogotá: Bib. Orton IICA / CATIE; 1979. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro14/cap5.1.htm
- Yela Molina, A. A. (2004). Determinación de proteínas, cenizas, sólidos totales, humedad, grado de imbibición, pH y cloruro de sodio de diferentes marcas de pan blanco tipo sandwich de consumo masivo en Guatemala. (tesis de pregrado) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2273.pdf
- United States Department of Agriculture – USDA (2018). Nutrient Database for Standard Reference. Release 15, Nutrient. Data Laboratory, Beltsville Research Center, US Department of Agriculture, Pennsylvania, USA. Recuperado de: <https://search.lib.umich.edu/databases/record/40085>
- Wagner, M. 2005 Acidez y pH. (Revisión bibliográfica). Universidad de la Habana. Recuperado de: http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16739/acidez_ph.pdf?sequence=1&isAllowed=y



MEDIO AMBIENTE



Construcción de un biodigestor para la generación de biol y biogás a partir de residuos orgánicos.

Construction of a biodigestor for the generation of biol and biogas from the organic residues

Cesar Escorcia-Ávila¹

Norys Ortiz-Salazar²

Víctor Polo-Calvo³

RESUMEN

La finca “El Caney”, del Servicio Nacional de Aprendizaje, cuenta con varias unidades productivas que generan residuos orgánicos diarios, distribuidos en cantidades equivalentes a 40 Kg en área de bovino, 9.6 Kg en ovinos y 0.15 Kg en el área avícola, y que en la actualidad no están aprovechados como estrategia de sostenibilidad ambiental. El objetivo de la investigación consiste en la construcción de un biodigestor para la generación de biol y biogás a partir de residuos orgánicos de las unidades productivas de la finca. Para ello, se realizó una caracterización y análisis de los residuos orgánicos in situ y en laboratorio de las diferentes unidades productivas y se determinaron parámetros fisicoquímicos, como pH, contenido de humedad, nitritos, nitratos y fosfatos. Se eligió el diseño del biodigestor teniendo en cuenta el tiempo de retención hidráulica, temperatura, capacidad, y parámetros estudiados, seleccionando los residuos del área de bovinos para la carga del reactor; posteriormente, se eligió la ubicación de manera estratégica del biodigestor y adecuación en el terreno. Finalmente, se evaluó la eficiencia del sistema teniendo en cuenta las cantidades de animales y carga de 67 kg/día de estiércol y producción de biol y biogás. Con la instalación del biodigestor se están produciendo diversas formas de energía amigables con el ambiente, como combustibles a partir del biogás para una cocina que funciona 4 horas continuas y se está generando 2.5 m³/día de biol con pH de 7, para aplicar en áreas agrícolas como sustituto de fertilizantes químicos.

Palabras Clave: *fertilizante, biogás, biol, ambiente, contaminación*

ABSTRACT

The “El Caney farm” of the National Learning Service, has several productive units which generate daily organic waste, distributed in amounts equivalent to 40 Kg in bovine area, 9.6 Kg in goats and 0.15 Kg in the poultry area, which currently does not They are being exploited, under environmental sustainability strategies. The objective of this investigation was the construction of a biodigestor for the generation of biol and biogas from organic waste from the productive units of the Farm. A characterization and analysis of the organic residues in situ and in the laboratory, of the different productive units was carried out and chemical physical parameters were determined, such as pH, moisture content, nitrites, nitrates and phosphates. The biodigestor design was chosen taking into account the Hydraulic Retention Time, temperature, capacity,

-
- 1 Instructor del Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de investigación GIPAMA, cescorcia10@misena.edu.co
 - 2 Instructor del Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de investigación GIPAMA, noortizs@sena.edu.co
 - 3 Instructor del Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de investigación GIPAMA, vicpolo@misena.edu.co

and parameters studied, selecting the residues of the bovine area for the reactor load, for presenting the best performance of the analysis performed. Subsequently, the location of the biodigester was strategically chosen and appropriate in the field. Finally, the efficiency of the system was evaluated taking into account the quantities of animals and load of 67 kg / day of manure, biol and biogas. With the installation of the digester, various forms of environmentally friendly energy are being produced, such as fuels from biogas for a kitchen that operates 4 hours continuously and 2.5 m³ / day of biol with a pH of 7 is being generated, to be applied in the Agricultural areas as a substitute for chemical fertilizers.

Key Words: *fertilizer, biogas, biol, environment, pollution*

1. INTRODUCCIÓN.

A nivel mundial, los residuos sólidos orgánicos constituyen cerca del 70% del volumen total de desechos generados (Penagos, Adarraga, Aguas, Molina, 2011), razón por la cual es primordial buscar una salida integral que contribuya a su manejo adecuado, potenciando los productos finales de estos procesos y minimizando un gran número de impactos ambientales que conlleven a la sostenibilidad de los recursos naturales (Jaramillo y Zapata, 2008; Ramón, Romero y Simanca, 2006). La generación de estos residuos es una de las mayores problemáticas en el mundo sobre todo por su disposición final, ya que si no se realiza una gestión adecuada se desencadenan consecuencias negativas como contaminación, enfermedades, proliferación de vectores e impactos visuales (Ecovale, 2014).

De acuerdo con estudios de caracterización de residuos sólidos realizados en Colombia, la composición física de los residuos sólidos urbanos está constituida en más del 50% por residuos orgánicos (RAS, 1998); es por esto que con el aprovechamiento de los mismos se disminuirá en gran medida la presión sobre el medio ambiente como soporte de actividades antrópicas; se reincorporarán los nutrientes al ciclo de fertilización del suelo y se frenará el uso de agroquímicos (Aguilar y Botero, 2006).

La ganadería extensiva y demás actividades agropecuarias generan grandes cantidades de residuos orgánicos, que al descomponerse generan gran cantidad de gases como Metano y Dióxido de carbono, principales causantes de efecto invernadero (Zhou, Guo, Wu, Yu, 2018).

Con la construcción de biodigestores, se crean estrategias para el aprovechamiento de residuos orgánicos y se consiguen beneficios como la generación de energía a través del biogás y de biofertilizante o biol, que se puede aprovechar para los cultivos. Por lo general el estiércol es desechado, pero con el uso de estas nuevas tecnologías amigables con el ambiente, se reducen los impactos ambientales. Los subproductos pueden ser aprovechados como combustible natural o como uso de fertilizantes .

El biogás está compuesto por gases de Metano (CH₄) que varían en un 55 al 70%, Dióxido de Carbono (CO₂) en proporciones del 30 al 45% y trazas de otros gases (Deublein & Steinhauser, 2011). Además de su composición, el biogás puede ser usado como combustible en cocinas, iluminación, calefacción, generadores eléctricos entre otros.

En un biodigester, la producción del biogás va a depender de factores como el clima, el tiempo de retención hidráulica (TRH),

contenido de bacterias, el pH, relaciones carbono y nitrógeno, sólidos y sustancias tóxicas (Berkay y Nas, 2008).

El biofertilizante llamado también biol o biocarbono, actúa como un fitoregulator, debido a que se obtiene del proceso de descomposición anaerobia, es decir, en ausencia de oxígeno de los desechos orgánicos en el biodigestor (Varnero, 2001). Su uso favorece el enraizamiento de las plantas, actúa sobre el follaje y mejora la floración y germinación de las semillas, lo que produce un aumento significativo de las cosechas, su calidad va a depender de la medición de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (Álvarez, 2004).

Un factor importante para los biodigestores es la mezcla de carga, o carga de estiércol mezclada con agua. Se recomienda mezclas con proporciones 1:4 para biodigestores tubulares, para el caso de estiércol de bovinos con mezclas de proporciones 1:3 es suficiente (Acevedo, 2006).

Con este proyecto de investigación se evaluarán diferentes tipos de estiércol generados en las unidades productivas del centro de formación del Servicio Nacional de Aprendizaje- SENA, ubicado en la finca el Caney de Sabanalarga Atlántico, para la construcción de un biodigestor, capaz de producir biol y biogás, como una alternativa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos resultantes del sector agropecuario. De esta forma se buscará la forma de mitigar los impactos ambientales por bioacumulación de residuos, uso de productos químicos como fertilizantes en cultivos y se disminuirá la dependencia de fuentes de

energía, como son la de combustibles fósiles, altamente contaminantes por su contribución al cambio climático (Nerlander, 2009; Haines & Patz, 2004), sustituyéndolos por tecnologías de producción más limpia, como combustibles a partir de biogás.

2. METODOLOGÍA.

El diseño metodológico del proyecto de investigación es de tipo cuantitativo, debido a que se exploró en detalle, las características de los diferentes tipos de residuos orgánicos producidos en las unidades productivas de la Finca el Caney. Además, se tomaron y analizaron muestras experimentales en laboratorio y en campo, con descripciones y explicaciones para la selección del mejor tipo de estiércol, de acuerdo con su contenido de humedad y resultados de parámetros físicos químicos.

Los materiales empleados para el desarrollo del proyecto de investigación corresponden a herramientas menores de tipo manual, propias de procesos de obra civil, equipos para análisis de laboratorio in situ y en laboratorio para toma de muestras de suelos, multiparámetros y reactivos.

Población.

Corresponde a los animales de las unidades productivas de la Finca el Caney del área de bovinos, caprinos, avícolas y ovinos.

Muestra

Producción diaria de Estiércol de los diferentes animales de las unidades productivas. En la figura 1 se muestran las diferentes especies productoras de residuos sólidos analizados.



Figura 1. Unidades productivas de la finca el Caney.

Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento.

La investigación se desarrolló en cuatro fases que se describen a continuación.

- **Fase 1.**

Se realizaron análisis de los diferentes residuos orgánicos generados en la finca El Caney para determinar su eficiencia en la elección del tipo de residuos a utilizar en la carga del biodigestor. De esta forma mediante la caracterización de residuos producidos por bovinos, ovinos y aves, se midieron los parámetros fisicoquímicos de pH, Contenido de humedad, temperatura, nitritos, nitratos y fosfatos para determinar el grado de eficiencia de cada muestra en el uso del sistema, tal como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Caracterización fisicoquímica de residuos orgánicos.

Fuente: Elaboración propia.

- **Fase 2.**

Se realizó la elección del diseño del biodigestor teniendo en cuenta las cantidades de animales, mejor tipo de residuos de acuerdo con caracterización fisicoquímica estudiada, tiempo de retención hidráulica, temperatura, pH, capacidad y estudio mediante revisiones bibliográficas de los tipos de biodigestores según sus características, capacidades y eficiencia para la operación del sistema. A partir de todas estas características se seleccionaron los biodigestores de polietileno de alta densidad, plástico horizontal y biodigestor tipo bolsa de baja densidad.

- **Fase 3.**

Se seleccionaron los materiales necesarios para realizar la construcción del biodigestor con las condiciones adecuadas, teniendo en cuenta el material de los dos tipos de biodigestores considerados (polietileno de alta y baja densidad), eligiendo un sistema de polietileno de baja densidad, debido a su bajo costo, fácil transportación, alta resistencia al impacto, altas temperaturas de digestión, fácil limpieza, mantenimiento y lavado.

En esta fase también se definió el sitio para la construcción del sistema, seleccionando un área cercana a las unidades productivas y teniendo en cuenta una sección nivelada de 25.2 m², donde se ejecutaron actividades de obras civiles o procesos constructivos para ubicar cada una de las partes del equipo, como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Procesos constructivos del biodigestor.

Fuente: Elaboración propia.

- **Fase 4.**

En esta fase se realizó un análisis del funcionamiento para el ajuste del biodigestor, para lo cual se llevó a cabo una carga inicial de llenado del sistema en la tina de alimentación después los 30 días de la instalación. Posteriormente se realizó la prueba de biogás o prueba de llama satisfactoriamente.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

Los resultados de la caracterización del contenido de humedad y temperatura variaron en los diferentes tipos de estiércol. El estiércol bovino arrojó valores favorables para la mezcla, 1:2 estiércol -agua, por lo que fue seleccionado para un biodigestor horizontal, contrastando con la temperatura interna del equipo y la temperatura ambiente, aprovechando las temperaturas altas de la zona que oscilan entre los 25°C y 35°C, permitiendo una mayor degradación de la materia orgánica y generando así mayor cantidad de biogás, que de acuerdo con la investigación de (Quipuzco, Baldeón, Tang, 2013), se obtienen resultados favorables de biogás cuando se presentaban aumento de temperatura. Los resultados para

cada residuo de las unidades productivas se muestran en forma resumida en la figura 4.

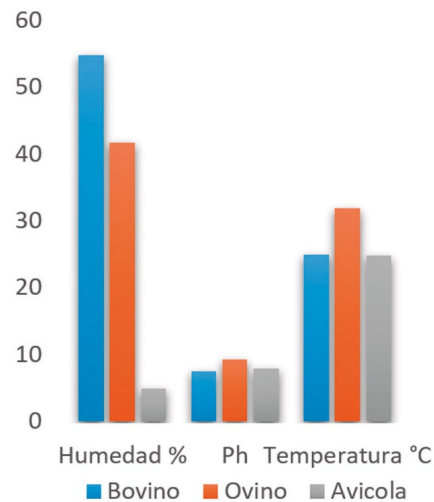


Figura 4. Caracterización de estiércol de unidades productivas.

Fuente: Elaboración propia.

Durante el análisis de residuos se verificó si en los días de caracterización fisicoquímica, se presentó alguna enfermedad, cambio en la alimentación o aplicación de medicamentos en los animales, para no interferir en la operación del sistema, teniendo en cuenta producción de bacterias y fermentación bajo el proceso de digestión anaerobio o ausencia de oxígeno.

Las concentraciones fisicoquímicas del estiércol se analizaron mediante métodos colorimétricos cualitativos, teniendo en cuenta la presencia y ausencia de los parámetros analizados, obteniendo resultados de rango medio y bajo respectivamente para nitritos, nitratos y fosfatos sin variaciones considerables.

Por su parte, el parámetro de potencial de hidrogeno (pH) y temperatura se encontraron

estables y en rangos aceptables, teniendo en cuenta la temperatura ambiente y la alimentación de los animales. En la tabla 1 se pueden observar las unidades de medida para cada parámetro estudiado.

Tabla 1

Parámetros fisicoquímicos de residuos orgánicos analizados.

Parámetro	Unidad de Medida
Humedad	% / Volumen
Temperatura	°C
Nitrógeno y Fósforo	Rango Medio, Bajo y Alto

Fuente: Elaboración propia.

Para la construcción del sistema, se eligió un sitio cercano al área de bovinos para fácil alimentación del reactor, debido a que el sistema funciona con una carga de llenado manual.

Las secciones del sistema con todas sus partes se diseñaron con dimensiones de 1m, para la corona de circulación a la entrada y salida del biodigestor 1 m por cada lado del sistema, 3 m x 2.2 m y profundidad de 1m para el reactor, y para la tina de biol 1.5m x 0.75 m con profundidad de 0.80 m.

Se realizó un movimiento de tierra de 7.5 m³ de material para la instalación del equipo, ocupando un área total de 25.2 m², donde se realizaron trabajos preliminares de obras como el descapote del terreno, trazado, replanteo, nivelación y adecuaciones adicionales para posterior cerramiento del sistema, tal como se muestra en la figura 5.



Figura 5. Área de construcción del biodigestor.

Fuente: Elaboración propia.

La elección del sistema o biodigestor fue tipo bolsa de polietileno de baja densidad, tiempos de retención hidráulica de 5-10 días. La Capacidad del sistema es de 8 m³ y se proyectó una línea de biogás que se utiliza actualmente como combustible en una cocina con estufa de dos fogones para cuatro horas continuas, cerca de la unidad productiva de bovinos, tal como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Biodigestor Construido con sus partes (Tina de alimentación, Reactor, tina de biol y Línea de Biogás).

Fuente: Elaboración propia.

Con la construcción del biodigestor se tiene una producción de 200 litros de biofertilizante líquido, el cual se obtuvo pocos días después de la instalación favorecido por las condiciones climáticas de la zona, con un pH para la carga

inicial de entre 7 y 8, el cual se recomienda neutralizar añadiendo más agua al biol en proporciones adecuadas.

La cantidad diaria de biogás del biodigestor es de 2.5 m³ de gas, que corresponden a 55 libras de gas propano, el cual tiene la capacidad de mantener encendida una estufa 4 horas continuas. En la tabla 2 se muestra el resumen de alimentación y subproductos obtenidos con el biodigestor para la cantidad de animales de la unidad productiva de bovinos de la finca El Caney.

Tabla 2

Subproductos obtenidos con el Biodigestor

Biogás producido			Biol producido		
Estiércol Kg/día	m ³ / día	h/día	Equiv en gas (lb/ mes)	L./día	Ha/año
67	2.5	4.9	72	200	7.0

Fuente: Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES.

De acuerdo con la caracterización fisicoquímica realizada con los diferentes residuos orgánicos en las unidades productivas, se pudo concluir que el estiércol de bovinos, por su alto contenido de humedad, responde de forma ideal a las condiciones del proceso biológico de digestión anaerobia en el biodigestor horizontal de polietileno de baja densidad. Esto se complementa por la temperatura ambiente de la finca El Caney ubicada en una región con temperaturas fluctuantes entre 25 a 30 °C, que permitieron la obtención de subproductos útiles como biogás y biol por la degradación rápida de los residuos orgánicos.

El proceso de fermentación anaerobia produjo gas metano veinte días después de su instalación y carga inicial, la producción de bacterias fue rápida y óptima con estándares necesarios para el sistema escogido cumpliendo con el tiempo de fermentación bajo el proceso de digestión anaerobia del sistema. A los treinta días el metano (CH₄) comenzó a estabilizarse con una carga diaria de 67 Kg de estiércol y agua en una mezcla 1:2 para bovinos.

El biodigestor ha funcionado satisfactoriamente respecto a la producción de biogás y biol, de acuerdo a la capacidad del sistema, alcanzando los resultados esperados. De esta forma el biodigestor se ha convertido en un proceso energéticamente sostenible contribuyendo a la disminución de los impactos ambientales y la utilización de combustibles fósiles.

El proceso constructivo del biodigestor con materiales seleccionados de polietileno de baja densidad, permitió la instalación rápida y segura del sistema. Cada una de las partes del equipo se incorporaron con mano de obra de aprendices del centro de formación de la finca, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas y diseño de construcción previstos en el sistema para su correcto funcionamiento. Los niveles de la tubería para el biol se ubicaron respectivamente por debajo del reactor para permitir la salida del biol por rebose. Además, se ubicaron filtros de ácido sulfhídrico para evitar el paso de malos olores producidos por el estiércol a la cocina.

El biol producido es de 200 litros diario lo cual ha servido como biofertilizante en áreas hasta de 200m² para cultivos existente en la finca el Caney, de maíz, frijol y melón, con la

confianza de no quemarlos. Además, el uso de estos biofertilizante reduce significativamente el consumo de productos agroquímicos, minimizando los impactos ambientales negativos.

5. AGRADECIMIENTOS.

La investigación fue realizada gracias al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA junto con el Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA (Sabanalarga, Atlántico). Los autores del proyecto de investigación agradecen al Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente GIPAMA. Finalmente agradecen todo el apoyo brindado por los aprendices del área de Construcción de edificaciones ficha 1904193, Marcela Mendoza y Miguel Blanquicet, aprendices en etapa productiva del Programa Tecnólogo en Control Ambiental y a Rafael Donado, egresado de programas ambientales del SENA Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, por toda la ayuda brindada en el desarrollo del proyecto.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Acevedo, P. (2006). Biodigestor de doble propósito producción e investigación para residuos de granja porcícola. ION, 19 (1), 1-6.
Aguilar, F.X., Botero, R. (2006). Los beneficios económicos totales de la producción de biogás utilizando un biodigestor de polietileno de bajo costo. Tierra Tropical, 2 (1), 15-25.

Álvarez, A. (2004). Producción anaeróbica de biogás aprovechamiento de los residuos del proceso anaeróbico. Instituto de Investigaciones en Procesos Químicos IIDEPROQ. 13, 64.
Berkday, A., Nas, B. (2008). Biogas Production and Utilization Potential of Wastewater Treatment Sludge. Energy Sources, 30, 179-188.
Corona, I. (2007). Biodigestores. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
Ecovale. (2014). La importancia de reciclar. Recuperado de <http://ecovale.com.mx/la-importancia-de-reciclar/>
Deublein, D., Steinhauser, A. (2008). Biogas from waste and renewable resources: An Introduction. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA, Weinheim.
Haines, A., Patz, J. (2004). Health effects of climate change. JAMA, 291, 99 -103.
Jaramillo, G., Zapata, L. (2008). Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia. Tesis de grado, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Lin, B., Zhu, J. (2018). Changes in urban air quality during urbanization in China. Journal of Cleaner Production, 188, 312-321.
Nerlander, L. (2009). Climate Change and Health. Stockholm: The Commission on Climate Change and Development.
Penagos, J., Adarraga, J., Aguas, D. Molina, E. (2017). Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido. INGENIARE, Universidad Libre-Barranquilla, 11, 37-44.
Ramón, J.A., Romero, L.F., Simanca, J.L. (2006). Diseño de un biodigestor de canecas en serie para obtener gas metano y fertili-

zantes a partir de la fermentación de excrementos de cerdo. *Revista Ambiental: Aire, Agua y Suelo*, 1, 15-23.

RAS - Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: Sistemas de Aseo Urbano. Título F. Numeral F.1.4.3. (1998). Santafé de Bogotá.

Rodríguez, C.A., (2017). Los Biodigestores: Fuente De Desarrollo Sostenible Y Calidad De Vida En Comunidades Rurales De Colombia (Tesis de grado), Universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A.; Bogotá D.C.

Varnero, M.T. (2001). Desarrollo de substratos: Compost y Bioabono. En: *Experiencias Internacionales en la Rehabilitación de Espacios Degradados*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Publicaciones Misceláneas Forestales, 3, 21 -30.

Quipuzco, L., Baldeón, W., Tang, O. (2013) Evaluación de la calidad de biogás y biol a partir de dos mezclas de estiércol de vaca en biodigestores tubulares de PVC. Recuperado de: [file:///https://www.thefreelibrary.com/Evaluacion+de+la+calidad+de+biogas+y+biol+a+partir+de+dos+mezclas+de...-a0379640548](https://www.thefreelibrary.com/Evaluacion+de+la+calidad+de+biogas+y+biol+a+partir+de+dos+mezclas+de...-a0379640548)

Zhou, Z., Guo, X., Wu, H., Yu, J. (2018). Evaluating air quality in China based on daily data: Application of integer data envelopment analysis. *Journal of Cleaner Production*, 198, 304-311.

Sistema innovador de cosecha de agua por medio de condensadores no convencionales.

Innovative water harvest system through unconventional condensers

Guillermo Vega-Ortega¹

Víctor Polo-Calvo²

Stefanía Hernández-Olmos³

Julián Serna-Ovalle⁴

RESUMEN

La finca “El Caney”, sede rural del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial del Servicio Nacional de Aprendizaje en Sabanalarga, presenta problemas en el uso de aguas para las necesidades del centro, lo cual incrementa la necesidad de implementar nuevas tecnologías para aprovechamiento del recurso hídrico. Esta investigación tuvo como objetivo probar la eficiencia de condensadores de humedad no convencionales, como alternativa para la cosecha de agua y su futuro uso en actividades agropecuarias y abastecimiento para consumo humano. Inicialmente se realizó un diagnóstico meteorológico de la zona, donde se determinaron los valores promedios de parámetros como temperatura, humedad, dirección del viento y lluvias. Posteriormente se diseñaron modelos de atrapa niebla, construyendo cuatro prototipos diferentes como: tipo árbol, cuadrado, pantalla y triángulo, de los cuales el tipo árbol y pantalla obtuvieron mayor capacidad de captación dada su estructura física. El prototipo tipo árbol durante los meses de trabajo en promedio recolectó 1.95 litros diferenciándolo del tipo pantalla con recolección de 1.80 litros. Para la determinación de la eficiencia de los diseños se tuvo en cuenta variables meteorológicas como la lluvia, el rocío y la niebla. Según los resultados obtenidos la mayor recolección de agua se dio en los meses de agosto a octubre del año 2019, dadas condiciones meteorológicas de esa temporada. Finalmente, al agua recolectada se le realizaron análisis de parámetros fisicoquímicos necesarios para evaluar las condiciones de aprovechamiento del recurso hídrico en la finca el Caney.

Palabras Clave: cambio climático, cosecha de agua, captación de la niebla, condensadores no convencionales.

ABSTRACT

The caney farm, rural headquarters of the Center for Agroecological and Agroindustrial Development of the National Apprenticeship Service in Sabanalarga, presents problems in the use of water for the needs of the center, which increases the need to implement new technologies for the use of water resources. This research aimed to test the efficiency of unconventional moisture condensers, as an alternative for water harvesting and its future use in agricultural activities and supply for human consumption. Initially a meteorological

- 1 Instructor del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de Investigación GIPAMA, gvegao@sena.edu.co
- 2 Instructor del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de Investigación GIPAMA, vicpolo@misena.edu.co
- 3 Aprendiz del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de Investigación GIPAMA, stefyherol@gmail.com.
- 4 Aprendiz del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de Investigación GIPAMA, juliansernaovale@gmail.com.

diagnosis of the area was made, where the average values of parameters such as temperature, humidity, wind direction and rainfall were determined. Subsequently, fog catcher models were designed, building four different prototypes such as: tree, square, screen and triangle type, of which the tree and screen type obtained a greater capacity to capture due to their physical structure. The tree-type prototype during the months of work on average collected 1.95 liters, differentiating it from the screen type with collection of 1.80 liters. To determine the efficiency of the designs, meteorological variables were taken into account for the proper functioning such as rain, dew and fog. According to the results obtained, the largest water collection occurred in the months of August to October of the year 2019, given the weather conditions of that season. Finally, the collected water was analyzed for physicochemical parameters necessary to evaluate the conditions of use of the water resource in the Caney farm.

Key words: *climate change, water harvest, fog pick up, unconventional capacitors.*

1. INTRODUCCIÓN.

La humedad en el aire es un recurso de alto potencial hídrico que puede ser explotado utilizando tecnología innovadora; de forma natural se puede verificar el potencial de la captación, observando cómo los árboles utilizan su amplio follaje para obtener agua del ambiente. Históricamente, las estructuras artificiales remanentes en diferentes países, han demostrado que la humedad se ha recolectado como una alternativa y/o fuente de agua suplementaria. A principios del siglo IXX, la captura de niebla fue investigada como un recurso natural potencial. Después de mediados de la década de 1980, tras el éxito en Chile, la recolección de agua de niebla comenzó en una serie de países en desarrollo. La mayoría de estos países se encuentran en regiones áridas y Semi-áridas con condiciones topográficas y climáticas que favorecen la recolección de agua de niebla (Sánchez, 2014; OMPI, 2010).

Los condensadores son básicamente mallas que condensan la humedad del aire, están colocados perpendicularmente a la trayectoria del viento, generalmente tipo Raschel hechas de polietileno, hacen que las pequeñas gotas de agua líquida que se encuentran en la niebla, choquen contra

ella y sean capturadas, condensándose sobre la superficie de la misma para que después por efecto de la gravedad, al juntarse la suficiente cantidad de agua en una misma gota, caigan sobre los canales colocados en la parte inferior de las mallas(tubos de PVC), que a su vez conducen el agua hacia contenedores donde se puede almacenar el agua líquida capturada (Sánchez, 2014; Basabe,2012).

Se utiliza para lugares donde el agua es escasa, y con poca presencia de lluvias, por ejemplo, el caso de los desiertos, donde llevarla hasta esa zona resulta a precios muy altos, por lo que las personas se ven en la necesidad de realizar largas caminatas para poder conseguir agua para sus necesidades básicas. Así entonces, se pretende que esta tecnología, aunque no alcance a suministrar el 100 % de la demanda, ayude a reducir el tiempo invertido para poder conseguir tan preciado líquido (Sánchez, 2014; García y Montañez, 1990).

El objetivo de esta investigación es probar experimentalmente la eficiencia de captación de diferentes prototipos, para suplir necesidades en el campo o para su futuro uso como abastecimiento para consumo humano.

2. METODOLOGÍA

La metodología implementada en el desarrollo de esta investigación se basó en el método lógico de investigación acción, en el cual se desarrollaron las fases de investigación de comportamiento de los elementos climatológicos en el área geográfica de estudio, seguido del diseño de prototipos de los condensadores no convencionales sometidos a la captación de agua. Por último, se desarrolló la fase de construcción de los cuatro prototipos de condensadores no convencionales y la evaluación de la eficiencia de cada uno de los sistemas en cuanto a la recolección de agua.

Los materiales empleados para la investigación, comprenden la materia prima o malla tipo Polisombra, madera y artículos consumibles en la construcción de los prototipos.

Área de estudio.

Corresponde a un área de 80 m², que contiene el montaje de los cuatro prototipos de atrapa niebla, ubicada en la finca El Caney en el municipio de Sabanalarga en el departamento del Atlántico, en la costa norte de Colombia.

Muestra.

Se desarrollaron 4 prototipos de condensadores no convencionales para evaluarlos de acuerdo a los objetivos de esta investigación, tipo pantalla, tipo árbol, tipo cuadrado y triangular.

Procedimiento.

La investigación se realizó en cuatro fases que se describen a continuación:

- **Fase 1.**

Se realizó el monitoreo de los parámetros meteorológicos como: humedad, precipitación, temperatura y dirección del viento, esto en diferentes niveles temporales (meses). Esta información aparece representada en forma de datos numéricos con sus respectivas unidades, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Seguimiento climatológico de la zona en estudio

Parámetros Climatológicos				
Mes	Humedad (%)	T(°C)	Velocidad viento (km/h)	lluvia (mm)
Abril	35 a 46	25 a 36	9 a 10	69
Mayo	54 a 65	25 a 31	10 a 13	150
Junio	65 a 74	26 a 33	7 a 8	144
Julio	70 a 78	25 a 32	7 a 7.8	146
Agosto	83 a 90	24 a 32	6.5 a 8	157
Septiem- bre	88 a 96	23 a 30	6 a 7	173

Fuente: IDEAM, (2010).

- **Fase 2.**

Se diseñaron los prototipos a utilizar considerando la factibilidad productiva, en donde se reconocieron los recursos humanos y los materiales a utilizar. La integración de estos factores fue indispensable para la optimización del proceso productivo o de ejecución del atrapa nieblas.

En la figura 1 se muestra el diseño de los prototipos a construir, tipos pantalla y triángulo para la captación de agua.

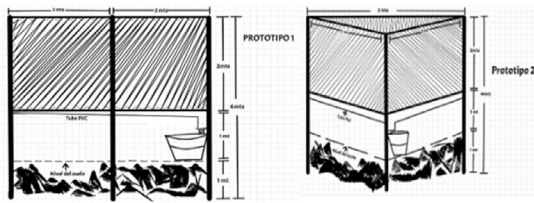


Figura 1. Diseño de los prototipos de captación de la niebla tipo Pantalla y tipo triangulo.

Fuente: Aranguiz, Morales, Nieto y Silva, (2009).

Para obtener una mejor comparación de diseños de prototipos de atrapa nieblas, se diseñaron dos prototipos más para la captación de agua, tipo cuadrado y tipo árbol, tal como se observa en la figura 2.

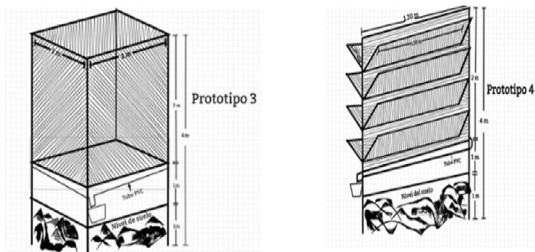


Figura 2. Diseño de los prototipos de captación de la niebla tipo cuadrado y tipo árbol.

Fuente: Aranguiz, Morales, Nieto y Silva, (2009).

• Fase 3.

Se realizó la construcción de los diseños de condensadores no convencionales y montaje de atrapa nieblas cuya etapa se planificó cuidadosamente. La instalación de las partes y piezas necesarias en el terreno donde se montaron los atrapa nieblas necesitó de planificación y una logística especial, debido a que normalmente los accesos al terreno no son buenos.

Otras consideraciones importantes que se tuvieron en cuenta fueron el acceso al lugar y espacio para instalar los atrapa nieblas.

• Fase 4.

Se analizaron los resultados de la investigación, donde se constató la eficiencia y productividad de cada prototipo; teniendo en cuenta la mayor capacidad de captación de recurso hídrico de los atrapa nieblas, comparando con investigaciones de este tipo, analizando materiales de construcción y componentes meteorológicos de la zona en estudio.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

De acuerdo a investigaciones realizadas para diferentes tipos de condensadores realizadas en Chile por Sánchez (2014), la concepción básica de dispositivos de este tipo, como atrapanieblas o atrapanubes, es obtener el recurso a partir de la humedad o vapor presente en el aire, al colocar una superficie a la llamada “temperatura de punto de rocío”, para que el líquido se condense en ella. Es así como se comprueba la condensación de la humedad del aire debido a la disminución de temperatura durante las noches.

Comparando con los diseños estudiados en investigaciones para condensadores o atrapa nieblas, se tiene que son muchos modelos que se pueden llegar a construir, pero que, entre más planos, son más eficientes, es decir los de menos costos y con mejor ubicación de viento, ríos y lagos.

Los prototipos tipo cuadrado y tipo triángulo se construyeron teniendo en cuenta tamaño y espacio del área escogida para el proyecto en la finca El Caney, tal como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Prototipos de captación de la niebla construidos tipo cuadrado y tipo triángulo.
Fuente: Elaboración propia.

Para la construcción de los diseños de los prototipos tipo pantalla y tipo árbol, se escogió una zona de la finca El Caney donde el terreno fuera más plano para darle más estabilidad a los prototipos por su tamaño, tal como se observa en la figura 4.



Figura 4. Prototipos de captación de la niebla construidos tipo pantalla y tipo árbol.
Fuente: Elaboración propia

A lo largo de esta investigación, se obtuvo resultados relacionados en promedios a los meses del año y promedios de captación nocturnos de recurso hídrico, realizando mediciones en horas de la mañana de la captación del recurso hídrico en litros para cada uno de los prototipos diseñados, tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Datos de los litros recolectados durante los meses, representados en promedios.

Prototipo	Mes	Promedio de agua recolectada por mes en litros
Tipo árbol	Julio	1.20 L
	Agosto	1.38 L
	Septiembre	1.92 L
	Octubre	2.75 L
	Noviembre	2.51 L
Cuadrado	Julio	0.84 L
	Agosto	0.90 L
	Septiembre	1.34 L
	Octubre	2.01 L
	Noviembre	1.33 L
Pantalla	Julio	0.66 L
	Agosto	1.40 L
	Septiembre	2.21 L
	Octubre	2.62 L
	Noviembre	2.1 L
Triángulo	Julio	0.47 L
	Agosto	0.82 L
	Septiembre	0.93 L
	Octubre	1.48 L
		1.18 L

Para el prototipo tipo árbol se recolectó la mayor cantidad de agua durante los meses de mayor precipitación en la zona, tal como se observa en la figura 5.



Figura 5. Promedio de litros de agua recolectados para el prototipo tipo árbol.
Fuente: Elaboración propia.

Para el prototipo cuadrado, el mayor pico de recolección de agua se obtuvo en el mes de octubre, como se puede observar en la figura 6.

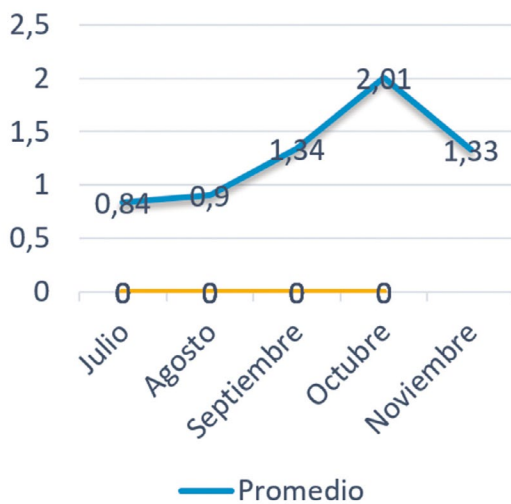


Figura 6. Promedio de litros de agua recolectados para el prototipo tipo cuadrado.
Fuente: Elaboración propia.

En el prototipo tipo pantalla, la captación de agua fue mayor durante el mes de octubre, como se muestra en la figura 7.

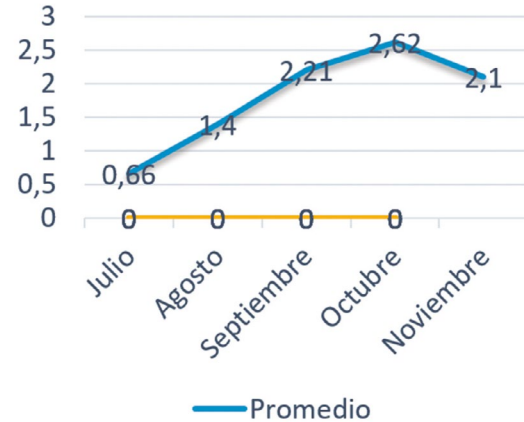


Figura 7. Promedio de litros de agua recolectados para el prototipo tipo pantalla.
Fuente: Elaboración propia.

En el prototipo tipo triángulo las variaciones de captación de agua fluctuaron en promedios a lo largo de todo el periodo, con descenso en la época seca del año en el área en estudio, tal como se puede observar en la figura 8.

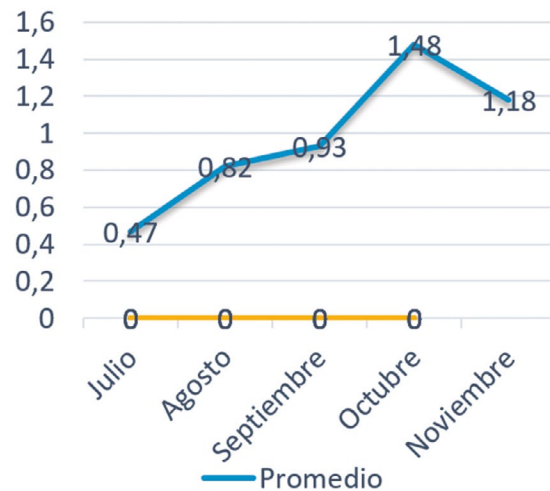


Figura 8. Promedio de los litros de agua recolectados para el prototipo tipo triángulo.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las caracterizaciones fisicoquímicas de los parámetros analizados del agua captada por cada prototipo que incluyen conductividad (μ/cm : micro siemens por centímetro), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Sólidos disueltos totales (TDS en mg/litros), oxígeno disuelto (O, en mg/litros), potencial de hidrógeno (pH), turbidez (UNT: unidades nefelométrías de turbidez) y color (UPC: unidad platino cobalto), se analizaron en laboratorio para asegurar el uso del agua recolectada en las diferentes actividades de la finca El Caney.

Los parámetros estudiados para los prototipos construidos fueron determinantes para la calidad del agua en cada uno de los atrapa nieblas, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Caracterización físico-química del agua captada por los tipos de condensadores

Parámetro	Arbol	Cuadra.	Pantalla	Triang.
Conductividad μ/cm	170	137	186	100
T0C	28 $^{\circ}\text{C}$	28.6 $^{\circ}\text{C}$	29.7 $^{\circ}\text{C}$	29.2 $^{\circ}\text{C}$
TDS(mg/L)	171	171	171	171
Oxígeno disuelto (O) mg/L	3	3.2	3.1	2.78
pH	7.5	7.1	8	7.3
Turbidez (UNT)	7.4	7.7	8.1	6.3
Color(UPC)	100	73	85	84

Fuente: Elaboración propia

Las variables de discusión relevantes son los diferentes diseños construidos, debido a que contienen características diferentes. A cada prototipo se le midió la eficiencia de captación de agua durante la investigación, pero esto dependió de las condiciones climatológicas de la zona de estudio, influenciada por condiciones meteorológicas.

4. CONCLUSIONES.

Comparando los prototipos seleccionados con otros de investigaciones en México y Chile, países con zonas áridas, donde resultó más conveniente para captar agua el prototipo cuadrado, en esta investigación los prototipos tipo pantalla y árbol, captaron mayor cantidad de agua, esto se debe a que su tamaño no superaba el de los tipos cuadrado o triangular, es decir, se comprueba que entre menos materiales tenga el diseño mejor será la captación.

Por otro lado, la malla usada en esta investigación a diferencia de otras investigaciones, resultó ser apropiada, una polisombra de bajo costo y de fácil manejo, a diferencia de las usadas por lo general en investigaciones de este tipo como la malla Raschel, un poco más costosa en la zona donde se realizó el estudio. Lo cual significa que se pueden tener condensadores o atrapanieblas, construidos con materiales de la zona, de fácil manipulación, económicos, y que permiten obtener agua en zonas de difícil acceso a este recurso, usándose para cultivos, riesgo, conducción en tuberías, aprovechando las condiciones meteorológicas o atmosféricas de una zona.

Por último, se logró obtener en la Finca Caney una fuente de captación de agua como estrategia de aprovechamiento de recurso hídrico, en esta zona donde las temperaturas elevadas predominan a lo largo de todo el año

5. AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen primero a Dios, pero también a los instructores, aprendices y personal de mantenimiento del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Centro para el Desarrollo agroecológico Agroindustrial, por la colaboración en la materialización del proyecto de investigación. A la parte administrativa del centro de formación sede rural finca El Caney, por proporcionar las herramientas para la ejecución del proyecto en mención.

También muchos agradecimientos al Sistema de investigación, desarrollo tecnológico e Innovación- SENNOVA, y al grupo de investigación GIPAMA.

A todas las personas que de forma directa o indirecta colaboraron en el proyecto con el aporte de sus conocimientos.

neblina para obtener agua. El Espectador. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/campesinos-de-bogota-cazan-neblina-obtener-agua-articulo-625370>

García, F., Montañez, R.A. (1990). Warm fog in Eastern México: a case study. *Atmosfera*. Recuperado de: <https://www.revistascca.unam.mx/atm/index.php/atm/article/view/8304/7774>

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). Tiempo y Clima. Recuperado de: http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/299148

OMPI-Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2010). Agua a partir del aire: Una innovación que cambiará nuestras vidas. Recuperado de: https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2010/04/article_0005.html

Sánchez, C. (2014). Condensadores de Humedad. Ciudad de México, México. Recuperado de: http://www.pincc.unam.mx/documents/proyectos/19_Informe_final.pdf

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Aranguiz, G. Morales, F. Nieto, J. Silva, G. (2009). Diseño generativo aplicación en sistemas de atrapa nieblas en el norte de Chile. Seminario de Diseño Computacional II, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Basabe, R. (2012). Fabricando un atrapa nieblas. Recuperado de <http://cazadordenubes2000.blogspot.com/>

García, F. (2016). Campesinos de Bogotá cazan

Diagnóstico ambiental del canal del Dique: determinación de la calidad del agua y generación de residuos sólidos.

Environmental diagnosis on the channel of the Dique: determination of
the quality of water and generation of solid waste

Liseth Brieva-Rojas¹

Laura Ramirez-Wilches²

RESUMEN

La vereda de Leticia, ubicada en el corregimiento de Pasacaballos en la ciudad de Cartagena (Bolívar), sobre el canal del Dique, ha soportado largas sequías e inundaciones frecuentes a través de los últimos años debido a los cambios climáticos; su principal activo ambiental, la agricultura y la pesca se han visto seriamente amenazados por estos. Esta investigación tiene el objetivo de establecer las principales limitaciones en la adopción de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en la vereda de Leticia, desarrollándolo en varias fases: En primera instancia se identificaron las diferentes especies de flora y fauna presentes en el ecosistema; esto, con el fin de establecer los indicadores de biodiversidad. La segunda fase del proyecto se basó en recolectar información con los habitantes acerca de las actividades de producción agrícola y los sucesos ocurridos durante un periodo de tiempo de 10 años que afectaron a la localidad económica y físicamente. Por último, se caracterizó el agua del Canal del Dique, para ello, se utilizó una sonda multiparámetros con la que se midió in situ varios parámetros fisicoquímicos tales como: pH, temperatura, oxígeno disuelto, turbidez, amonio, cloruros y nitratos. Con la información recopilada, se realizó un estudio de la calidad ambiental del agua de la región, y análisis de variables incidentes en la capacidad agrícola de los suelos, para así proponer una alternativa adecuada al sistema de riegos o de cultivo para los habitantes de la zona, y que sus estilos de vida e ingresos económicos mejoren.

Palabras Clave: diagnostico ambiental, flora y fauna, biodiversidad, capacidad agrícola, calidad ambiental del agua.

ABSTRACT

The Leticia village, located in the Pasacaballos district of Cartagena (Bolívar) on the Dique Canal, has endured long droughts and frequent floods in recent years due to climatic changes, its main environmental asset, agriculture and fisheries have been seriously threatened by them. The objective of this investigation is establish the main limitations to the adoption of adaptation and mitigation measures to climate change in the village of Leticia, developing it in several phases: In the first instance the different species of flora and fauna present in the ecosystem were identified; this, in order to establish biodiversity indicators. The second phase of the project was based on collecting information with the inhabitants about agricultural production

-
- 1 Desarrollo de estrategias integradas de Adaptación-mitigación para la agricultura familiar en el uso eficiente del agua en Leticia (Bolívar) Estudiante Ingeniería Química, Universidad de San Buenaventura Seccional Cartagena, lisethbrieva05@gmail.com, Cartagena.
 - 2 Ingeniera Química, Universidad de San Buenaventura Seccional Cartagena, Grupo de Investigación de las Ciencias de las Ingenierías (GICI), Universidad de San Buenaventura, Cartagena, Calle Real de Ternera, Diagonal 32 # 30 – 966, Colombia.

activities and events that occurred during a period of 10 years that affected the town economically and physically. Finally, the water of the Canal del Dique was characterized, for this, a multiparameter probe was used with which several physicochemical parameters were measured in situ such as: pH, temperature, dissolved oxygen, turbidity, ammonium, chlorides and nitrates. With the information collected, a study of the environmental quality of water in the region was carried out, and analysis of variables affecting the agricultural capacity of soils, in order to propose an adequate alternative to the irrigation or cultivation system for the inhabitants of the region. area, and that their lifestyles and economic income improve.

Key words: *environmental diagnosis, flora and fauna, biodiversity, agricultural capacity, environmental quality of water.*

1. INTRODUCCIÓN.

Colombia es uno de los países con mayor riqueza hídrica en las Américas, sin embargo, esta gran riqueza de agua está localizada en la zona selvática de la costa Pacífica y en la Amazonia, donde escasamente vive un tercio de la población colombiana. Los otros dos tercios de la población viven sobre las tres cordilleras andinas y la costa Atlántica. Es en esta región donde se llevan a cabo la mayor parte de las actividades agropecuarias, industriales, mineras y de deforestación. Además, las aguas residuales industriales y domésticas de 48'000.000 de habitantes son vertidas a los ríos sin ningún tratamiento (Gabriel Roldán Pérez, 2017); El agua es de gran importancia en la vida de cualquier ser vivo del planeta, por ello, su calidad es un tema de vital importancia.

La vereda de Leticia se encuentra ubicada en el corregimiento de Pasacaballos en la ciudad de Cartagena (Bolívar), sobre el canal del Dique (km 100); esta comunidad no cuenta con un espacio o entorno favorable, debido a que presenta largos periodos de sequias e inundaciones y deficiencias sanitarias como la insalubridad del agua; en esta vereda las familias obtienen su sustento de actividades como la pesca y la agricultura.

En lo que respecta a la acuicultura, cualquier característica que afecte de algún modo la supervivencia, reproducción, crecimiento o manejo de peces u otras criaturas acuáticas es una variable de la calidad del agua, las cuales deben ser controladas o mitigadas por el acuicultor mediante técnicas de manejo, ya que el agua no es solo utilizada en la pesca, sino también como suministro de riego en la agricultura familiar.

La calidad del agua es de vital importancia para obtener un mejor funcionamiento y aprovechamiento de la agricultura y reproducción de los peces, cada parámetro de calidad del agua puede afectar directamente los principales activos económicos, como la sanidad de los cultivos y los peces, ya que la exposición a niveles no apropiados de condiciones químicas y biológicas resulta en una mortalidad de la especie y puede afectar la capacidad de los organismos de resistir los agentes patógenos que siempre están presentes en el agua (Pinilla, Duarte Coy, & Vega Mora, 2010).

Con el fin de evaluar la calidad del agua suelen emplearse pruebas fisicoquímicas, estas son útiles para entender las variaciones en la calidad del agua y relaciones causa - efecto asociadas a

las constantes descargas de contaminantes en el canal del Dique y a los efectos de cambios en el clima (Díaz, 2006).

De acuerdo con estas problemáticas, en la comunidad se considera necesario determinar cuáles son las principales delimitaciones a la adopción de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, mediante caracterización de las especies de flora y fauna en la vereda y pruebas fisicoquímicas al Canal del Dique (Acosta, Baldiris, y Pacheco, 2015).

2. METODOLOGÍA.

El proyecto de investigación es de tipo evaluativo y descriptivo por lo que da respuesta a una problemática basada en el medio ambiente, como lo son los diversos parámetros o aspectos que contienen el agua del canal del Dique utilizada para el crecimiento de cultivo, peces y mariscos; esto con el objetivo de determinar la calidad del agua necesaria para brindar un sano desarrollo de las especies, dando soluciones o respuestas que puedan ser aplicadas específicamente.

La investigación evaluativa se presenta básicamente como un modelo de aplicación de los métodos de investigación para evaluar la eficiencia de los programas de acción, haciendo necesarios los conocimientos básicos sobre lo que va a evaluarse, características, elementos y técnicas de evaluación. Este tipo de investigación permite valorar los resultados de un programa en razón de los objetivos propuestos para el mismo, analizar la estructura, el funcionamiento y los resultados con el fin de proporcionar información (Sampieri, 2007).

Población y muestra.

La población del proyecto de investigación la constituyen los archivos y estudios realizados en la vereda de Leticia y en el agua del canal del Dique. Para la caracterización del agua del Canal se tomaron 3 muestras en diferentes puntos, esto con el fin de obtener una información más completa.

La investigación se centró en la calidad del agua del canal del Dique, lo anterior se justifica porque esta misma agua es la que se utiliza tanto para consumo humano como para el riego de los cultivos en los patios productivos de la población.

Estrategias metodológicas.

Mediante encuestas se realizó una caracterización de la población habitante en el corregimiento de Leticia, adicional a ello se elaboró un inventario de las especies de fauna y flora presentes en el corregimiento, y se obtuvo registros fotográficos para identificar los principales tipos de cultivos que se cosechan en la comunidad.

Por su parte, la caracterización del agua del Canal del Dique se llevó a cabo con una sonda multiparámetros, con la cual se determinaron los parámetros mínimos para la caracterización de dicha agua.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

De acuerdo con la metodología descrita, se obtuvieron los siguientes resultados:

Flora y fauna vereda Leticia.

Al realizar las visitas a la comunidad del Recreo y Leticia se hicieron recorridos en lancha por el Canal, observando y tomando registro fotográfico de las especies encontradas de fauna y flora en la zona estudiada. Estos se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1.

Especies presentes en abundancia de fauna y la flora en la vereda de Leticia – Bolívar.

FLORA	
Nombre común	Nombre científico
Guanábana	Annona muricata
Plátano	Musa x paradisiaca
Tamarindo	Tamarindus indica
Guayaba agria	Psidium guajava
Ají dulce	Capsicum annum
El almendro	Prunus dulcis
Estropajo	Luffa aegyptiaca
Noni	Morinda citrifolia
Chirimoya	Annona cherimola
El carambolo	Averrhoa carambola
Jobo	Spondias mombin
Yuca	Manihot esculenta
Papayo	Carica papaya
Mangle rojo	Rhizophora mangle
Plantas nativas	---
FAUNA	
Cerdo	Sus scrofa ssp. domestica
Perro	Canis lupus familiaris
Garza	Egretta ibis
Pavo	Pavo cristatus

Continuación Tabla 1.

FAUNA	
Gallina criolla	Gallus gallus domesticus
Bagre	Siluriformes
Camarón blanco	Litopenaeus vannamei.
Robalo	Disentrarchus labrax
Cangrejo	Callinectes Sapidus

Fuente: Elaboración propia.

Se observa una gran biodiversidad en la zona en especies mayores, encontrando en la flora alta presencia de mangles, que por pertenecer a ambientes estuarinos representan una alta importancia para los ecosistemas, son nichos de especies promotoras de mejoramiento de las propiedades de salubridad del agua, esto, debido a que actúan como filtro para los sedimentos y nutrientes presentes en el cuerpo de agua (Botero Cruz, 2010).

Calidad del agua en la vereda Leticia.

Como se describe en las estrategias metodológicas, la caracterización del agua del Canal del Dique se llevó a cabo con una sonda multiparametros; los resultados obtenidos en los diferentes puntos se promedian y se presentan en la tabla 2.

Tabla 2.

Parámetros de calidad de agua en Leticia – Bolívar.

PARAMETRO	UNIDADES	VA
pH	...	7,49
ORP (potencial de óxido reducción)	...	285,93
DO (Oxígeno disuelto)	%	90,2%
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	186,33
Resistividad	$\text{M}\cdot\Omega\cdot\text{cm}$	0,00536
TDS	ppm	93
Salinidad	PSU	0,09
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	31,036
Presión	Psi	14,563
Turbidez	NTU	68,5

Fuente: Elaboración propia.

Algunos datos mencionados en la anterior tabla no son necesariamente indicadores de la calidad de agua, sino que se toman como medida indirecta de otros parámetros, a excepción de la turbidez, el DO (oxígeno disuelto) y la salinidad, los parámetros medidos se encuentran dentro de la aceptabilidad establecida en el Decreto 475 de 1998, el cual regula normas técnicas de calidad del agua potable. Esta referencia es de vital importancia, ya que representa un punto a favor de la utilización del agua del canal del Dique para consumo humano, puesto que los habitantes de la comunidad de Leticia la utilizan para su consumo, como se evidencia en la figura 1, donde se refleja que el 65% del agua captada del canal es utilizada para este fin.

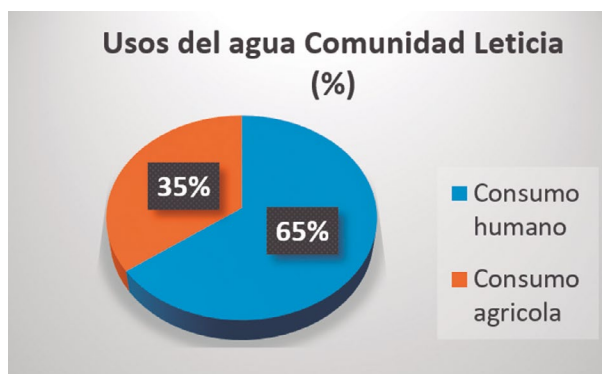


Figura 1. Destino del agua captada del Canal de Dique por la comunidad.

Fuente: Elaboración propia.

Para la adecuación del agua, los habitantes de Leticia utilizan métodos artesanales de cloración y de coagulación con papeletas preparadas con los insumos químicos, pero no saben realmente cual es la dosificación que debe utilizar teniendo en cuenta las características del agua. Sin embargo, al encontrarse los parámetros dentro de lo estipulado por la legislación colombiana en el decreto 475 de 1998, se podría esperar que las afectaciones a la salud no incrementasen por este consumo. Empero, el contar con una planta de tratamiento de agua potable se podría erradicar este riesgo (Espitia, 2015).

Diagnóstico ambiental.

Después de realizar las encuestas en la comunidad de Leticia, se pudo identificar que en promedio en las viviendas viven 5 personas, y que los cultivos que más se encuentran en esta comunidad son los de arroz, yuca, ñame y maíz. En menor escala se encuentran cultivos frutales como el melón, la patilla y leguminosas como el frijol.

En la comunidad de Leticia, se identificó que el sustento económico de las familias viene de la cría de gallinas, cerdos para la venta, y la pesca

en el Canal del Dique. De estos animales se consume en promedio el 75% y se comercializa el 25%.

De igual forma se realizó un análisis de la percepción del manejo de recursos naturales y recuperación de los paisajes después de choques ambientales extremos, valorados en una escala del 1 al 5, siendo 5 la máxima calificación positiva. En la figura 2 se puede observar como el 50% de la comunidad percibe que en la Vereda de Leticia se tiene un nivel medio – bajo en cuanto al manejo que se le dan a los recursos naturales.

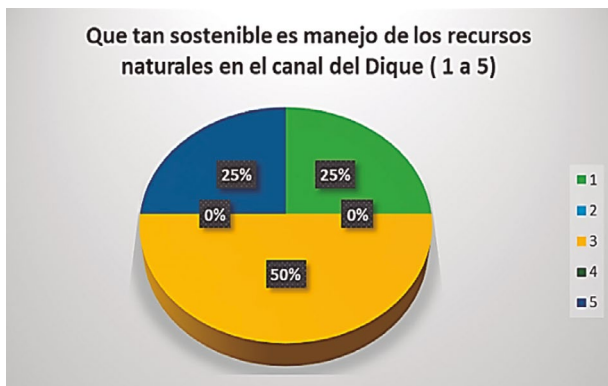


Figura 2. Percepción de la comunidad de Leticia acerca del manejo de los recursos naturales en el Canal del Dique
Fuente: Elaboración propia.

La comunidad de la Vereda de Leticia presenta una percepción positiva ante el comportamiento de los ecosistemas cuando se presentan situaciones extremas, puesto que la mayoría de estos manifestó que el paisaje posee la capacidad de regenerarse fácilmente, como se puede observar en la figura 3; aunque después de analizar los aspectos ambientales de la región no se pueda decir lo mismo.



Figura 3. Percepción del nivel de recuperación o regeneración del paisaje en condiciones extremas.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la generación de residuos en la comunidad de Leticia está en mayor proporción por residuos orgánicos, como era de esperarse (ver figura 4.), (Los cuales pueden ser reutilizados como materia orgánica en la producción de biogás o compost, dependiendo del enfoque que se quiera dar en la comunidad como aspecto a mejorar), sin embargo, también hay una alta presencia de material plástico al que habría que considerar una estrategia de manejo, reutilización o reciclaje.

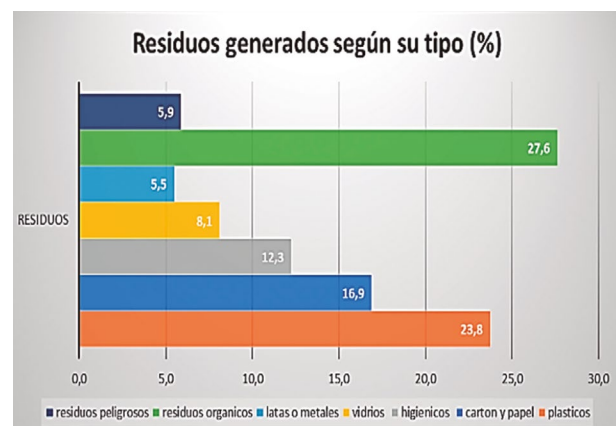


Figura 4. Porcentaje de residuos generados en la comunidad de Leticia – Bolívar.

Fuente: Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES.

Al realizar las primeras etapas de esta investigación, presentadas de forma preliminar en este artículo, se pudo identificar de una forma descriptiva la situación ambiental de la comunidad de Leticia, presentando la clasificación de la fauna y flora encontrada en el área de influencia de la comunidad en el Canal del Dique, así como la caracterización de la calidad del agua de este. Encontrando aspectos favorables en cuanto a la biodiversidad de la región, y de los parámetros fisicoquímicos del agua del canal del Dique, que pueden orientar a tomar decisiones en cuanto a estrategias a implementar en la comunidad.

En lo que respecta a la generación de residuos, se pudo determinar mediante una cuantificación y clasificación la cantidad y tipos de residuos generados por la comunidad, que el 38% de estos residuos corresponde a material orgánico que puede ser utilizado en algún proyecto sostenible en la comunidad. De igual manera, se encontró que, de estos residuos, un 24% aproximadamente corresponde a plásticos, a los cuales se les debe buscar un medio de disposición final adecuada, y no que terminen en las inmediaciones del canal incrementando la problemática ambiental.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Acosta, J. C., Baldiris, I., & Pacheco, H. (2015). Análisis de la en la calidad del agua en la bahía de barbacoas-Cartagena durante el periodo 2001-2014. *Ingeniería e Innovación*, 7-17.

Aquafeed. (7 de Junio de 2017). Monitoreo de la calidad de agua del estanque para mejorar la producción de camarones y peces. . Obte-

nido de <http://www.aquafeed.co>

Botero Cruz, A. M. (2010). Evaluación de la factibilidad de implementación de un corredor de conservación para jaguar (*Panthera onca*), en las zonas de influencia de los Santuarios de Flora y Fauna Los Colorados en los Montes de María (Bolívar) y El Corchal. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Cobgreso de Colombia (10 de marzo de 1998) Normas técnicas de la calidad del agua. [Decreto 475 de 1998]. DO: 43.259

Díaz, M. M. (2006). El Canal del Dique y su subregión : una economía basada en la riqueza hídrica. Obtenido de Banco de la Republica: <https://www.banrep.gov.co/es/el-canal-del-Dique-y-su-subregion-economia-basada-riqueza-hidrica>

Espitia, N. (2015). Determinación de metales pesados en sedimentos superficiales en cuerpos de agua del canal del Dique en las poblaciones de Gambote y Soplaviento (Bolívar). *Revista Del Instituto De Investigación De La Facultad De Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica Y Geográfica*, 17-34.

Gabriel Roldán Pérez, C. P. (2017). La calidad del agua en Colombia. En I. (. Sciences), *Calidad del agua en las Americas: riesgos y oportunidades* (págs. 201-237). Mexico: Publicaciones de IANAS.

github. (4 de agosto de 2016). ArduinoProjects. Obtenido de <https://github.com/Tostatronic/ArduinoProjects/blob/master/ProgramaDeconfiguracionAT/ProgramaDeconfiguracionAT.ino>

Github. (5 de octubre de 2018). CARRO-BLUE-TOOTH-GESTOS-. Obtenido de <https://github.com/BioelectronicaSeEscribeConB/CARRO-BLUETOOTH-GESTOS->

Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el re-

- ciclaje de residuos y el concepto. Argentina, Buenos Aires: Elsevier Doyma.
- Mechatronics, N. (2016). Robot móvil controlado por bluetooth. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/blog.html>
- Pinilla, G., Duarte Coy, J., & Vega Mora, L. (2010). Índice del estado Limnológico para evaluar las condiciones ecológicas de las ciénagas del Canal del Dique, Colombia. *Acta Biológica Colombia*, 169-188.
- Playbyte. (27 de Febrero de 2017). Sensor de humedad y temperatura DHT-11 y DHT-22. Obtenido de <http://www.playbyte.es/electronica/arduino/sensores-de-presion-atmosferica/>
- Sales, M. M. (2004). ¿Por qué es importante el oxígeno disuelto? Querétano.
- Sampieri, R. H. (2007). *Fundamentos de Metodología de la Investigación*. Madrid: McGraw Hill.

Promover la pedagogía ambiental a través de la implementación de puntos ecológicos automatizados.

Promote environmental pedagogy through the implementation of automated ecological points

Jhonattan Cano-Vargas¹

Jesús Céspedes-Rangel²

Andrea Dávila-Cadena³

Marieth Orcasitas-Peñoloza⁴

RESUMEN

El reciclaje es uno de los métodos más efectivos para la protección del medio ambiente, permite que un proceso de partes o elementos que llegaron al final de su vida útil puedan ser usados nuevamente. La estrategia de reciclaje más común es la implementación de los puntos ecológicos, los cuales, consisten en una serie de recipientes de distintos colores que tienen como objetivo la separación de los diferentes tipos de residuos, sin embargo, y pese a esta codificación por colores, las personas sitúan indistintamente los residuos en cualquier recipiente, presentándose dos escenarios: el primero es la confusión de la población a la hora de hacer la disposición de sus residuos en los puntos ecológicos, y el segundo consiste en el desinterés de realizar dicho proceso. El objetivo de esta investigación es diseñar un prototipo ecológico automatizado comandado por voz, como estrategia pedagógica para fomentar la recolección de los residuos sólidos de forma adecuada. La metodología aplicada es de tipo mixto con un enfoque descriptivo y de campo. Durante el desarrollo del proyecto se evidenció el agrado de los aprendices al hacer el proceso de clasificación de los residuos sin tener contacto físico con el depósito, gracias a la apertura automática del prototipo.

Palabras Clave: pedagogía ambiental, punto ecológico, residuos, reciclaje.

ABSTRACT

Recycling is one of the most effective methods for environmental protection, it allows a process of parts or elements that reached the end of its useful life can be used again. The most common recycling strategy is the implementation of ecological points, which consist of a series of containers of different colors that aim to separate the different types of waste, however, and despite this color coding, People indiscriminately place the waste in any container, presenting two scenarios: the first is the confusion of the population at the time of making the disposal of their waste in the ecological points, and the second consists in the disinterest of carrying out said process. The objective of this research is to design an automated ecological prototype commanded by voice, as a pedagogical strategy to encourage the collection of solid waste properly. The methodology applied is of mixed type with a descriptive and field approach. During the development of the project the apprentices' pleasure was evidenced by making the process of sorting the waste without having physical contact with the deposit, thanks to the automatic opening of the prototype.

Key words: environmental pedagogy, ecological point, waste, recycling

- 1 Ingeniero Electrónico, SENA-CIEA, jcano4@misena.edu.co, Riohacha.
- 2 Ingeniero mecánico. Magister Gerencia de Proyectos I+D, SENA-CIEA, jcespedes@sena.edu.co, Riohacha.
- 3 Tecnólogo en diseño sistemas mecánicos, SENA-CIEA, acdavila0@misena.edu.co, Riohacha.
- 4 Trabajadora Social, Dra Ciencias gerenciales Profesión, SENA-CIEA, morcasitas@sena.edu.co, Riohacha.

1. INTRODUCCIÓN.

La problemática ambiental impacta la calidad de vida de las personas, al considerarse una de las causantes de alteraciones en la salud del hombre, afectando su bienestar efectivo y sus posibilidades y perspectivas de vida. Sin embargo, no hay que dejar de lado que la contaminación ha sido el resultado del mal uso de los recursos y el consumo excesivo de los mismos. Lo que ha convertido la problemática ambiental en un asunto que involucra a toda la comunidad, de allí la necesidad de crear estrategias inclusivas que permitan reducir el daño al entorno natural y preservar el medio ambiente. De acuerdo con López (2009), en la actualidad, se logra evidenciar que hay una tendencia hacia la reutilización de residuos y desechos sólidos, como una alternativa para la reducción del impacto de contaminación ambiental que se genera a pasos agigantados en todo el mundo.

Uno de los métodos para mitigar el impacto ambiental, se basa en la operación de reciclaje, el cual consta en clasificar adecuadamente los residuos generados para su posterior disposición en los puntos ecológicos, donde cada recipiente es rotulado debidamente, facilitando la separación de materiales reciclables y residuos orgánicos para ser depositados adecuadamente en las canecas.

No obstante, pese a esta codificación por colores, las personas sitúan indistintamente los residuos en cualquier recipiente, presentándose dos escenarios: la confusión de la población a la hora de hacer la disposición de sus residuos en los puntos ecológicos, y el desinterés de realizar dicho proceso; lo

que dificulta la posibilidad de clasificar los residuos, debido a que estos se encuentran mezclados, requiriendo así una remodelación en el método de reciclaje. Una de estas opciones es correlacionar la tecnología con la manera apropiada de reciclar. Por esta razón el objetivo de esta investigación es diseñar un prototipo ecológico automatizado, comandado por voz como estrategia pedagógica para fomentar la recolección de los residuos sólidos de forma adecuada; de manera que sea posible integrar las herramientas tecnológicas con el aprendizaje en el contexto medioambiental.

Para ello, se requiere que el Estado adquiera un papel significativo mediante la implementación y la auditoria de normativas y legislaciones, tendientes a motivar a la población, a sumarse a los procedimientos de reciclaje, así mismo, generar incentivos para involucrar a las empresas en función de promover las políticas ambientales (Lett, 2014).

Las ideas expuestas por Flores (2013), expresan que la pedagogía ambiental se encuentra estrechamente ligada a la educación ambiental conservacionista, y está integrada a las actitudes, comportamientos y valores ambientales, que propician una relación de compromiso con el medio ambiente, donde la diversidad e interculturalidad son componentes fundamentales.

Por su parte Zimmermann (2013), explica que:

La pedagogía ambiental se propone aportar la herramienta indispensable para ir forjando una nueva visión cívica del habitante de la Tierra, con una ética ambiental profunda, basada en un sistema de valores que se fundamente en la democracia plena y en el respeto auténtico de los demás habitantes y especies. (p.41)

Dentro de la pedagogía ambiental se desarrollan una serie de estrategias que promueven por el reciclaje y aprovechamiento de los recursos, ejemplo de ello son los puntos ecológicos, los cuales son definidos como:

Una zona especial claramente demarcada y señalizada, compuesta por 4 recipientes cuyo tamaño serán de libre determinación acorde al tipo de establecimiento comercial, institucional, cultural o recreativo, al número de usuarios que los frecuentan, cantidad de visitantes y por supuesto cantidad de residuos sólidos generados en su interior, producto de su actividad y razón social. (Martínez y Rentería, 2018, p.16).

Lo anterior, con la finalidad de lograr un adecuado manejo y clasificación de los residuos que el ser humano desecha en su día a día.

En lo que concierne al reciclaje, la Norma Técnica Colombiana GTC 24 (2009), lo define como el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación, como materia prima o insumos para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización.

Es por ello que la creación de este prototipo no solo facilita la correcta clasificación de los recursos, también es una herramienta de gran utilidad para estudiantes con discapacidad visual al ser comandado por voz, convirtiéndose en una herramienta didáctica inclusiva y fácil de usar.

2. METODOLOGÍA.

La metodología aplicada en esta investigación es de tipo mixta, contiene un enfoque cualitativo porque se realizaron observaciones orientadas a los aprendices con respecto en la forma de depositar los desechos en los puntos ecológicos del Centro Industrial y de Energías Alternativas-SENA, y cuantitativa porque una vez analizada dicho comportamiento, se procede a recopilar información, mediante un experimento, diseñado mediante una tabla de Excel, donde se indaga, la cantidad de desechos situados de manera errónea en los puntos ecológicos. Es un estudio de enfoque descriptivo porque sin afectar la conducta de los aprendices, se determina la estrategia para dar solución al mal uso de los puntos ecológicos.

De lo anterior, surge la necesidad de construir un punto ecológico automatizado, para ello se diseñó el sistema de los circuitos eléctrico y electrónico, el sistema mecánico de la apertura de las canecas, y el aplicativo móvil comandado por voz, el procedimiento se llevó a cabo en cuatro fases:

Fase I- Análisis.

Se determinó el mejor mecanismo de apertura para las canecas, donde se optó como mejor técnica, la cesta con sistema de pedal, siendo este el método de fácil adaptación (Figura 1).

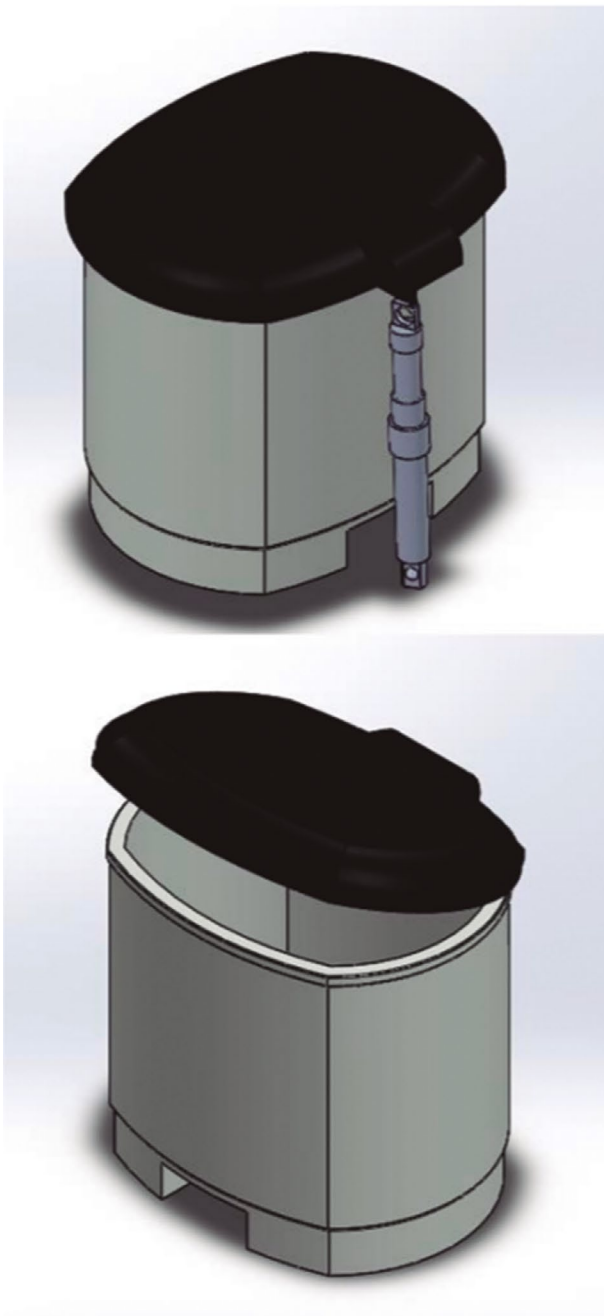


Figura 1. Diseño del mecanismo de apertura de la caneca en el programa de Solidworks.
Fuente: Elaboración propia.

Fase II- Planeación.

Se realizó la clasificación de las tecnologías adecuadas para el punto ecológico, en este caso, los cilindros neumáticos simple efecto, una unidad de compresión del aire, baterías,

dispositivos electrónicos como la tarjeta de desarrollo embebida arduino (Figura 2), módulo bluetooth, módulos relés, tanque de almacenamiento, y electroválvulas tipo 3/2 monoestables.

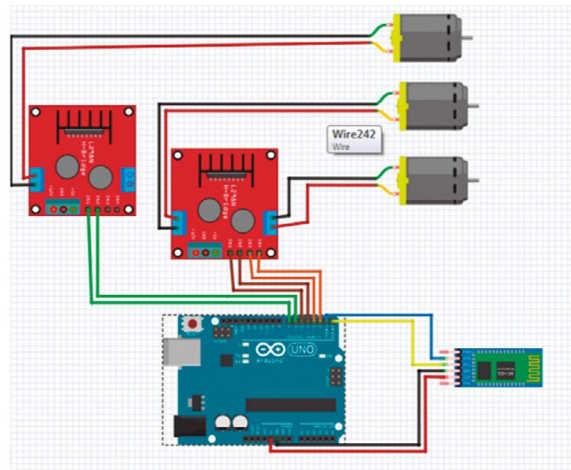


Figura 2. Diseño del sistema de conexión de los módulos.

Fuente: Elaboración propia.

Fase III- Diseño.

Se diseñó el sistema de los circuitos electrónicos y el aplicativo móvil comandado por voz en el programa App Inventor; y el sistema mecánico de la apertura de las canecas en el software SolidWorks.

Fase IV- Fabricación.

Se procede a realizar una pieza en forma de tapa, con un orificio en el centro, capaz de acoplar el cilindro simple efecto en la tapa de la caneca, para que el mecanismo de apertura sea eficiente. Luego se ensamblan los módulos al Arduino, con una alimentación eléctrica obtenida a través de una batería de 12 v.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

Como resultado de esta investigación, se presentan los datos recopilados por cuatro semanas en el Centro Industrial y de Energías Alternativas-SENA (tabla 1), obteniendo que, por ejemplo, en el recipiente de papel, el 63% está entre cartón, papel y hojas de cuadernos (que son los elementos correspondientes), pero el 33% restante, son residuos inadecuados, permitiendo que ningún material sea aprovechable. Observando así que, en los puntos ecológicos convencionales, no se está depositando adecuadamente.

Tabla 1.

Datos recolectados de los puntos ecológicos.

Semanas.	Puntos ecológicos convencionales.			
	1	2	3	4
Línea comparativa.	Conven-cional	Conven-cional	Conven-cional	Conven-cional
Papel.	63%	57%	61%	60%
Plástico.	57%	64%	70%	71%
Orgánico.	62%	58%	60%	59%

Fuente: Elaboración propia (2019).

Con base en los datos analizados se construyó el prototipo del punto ecológico automatizado, como se evidencia en la figura 3, y posterior a ello fue implementado en la comunidad estudiantil del SENA (Figura 4 y 5), mostrando significativamente optimización en la clasificación de los recursos y una muestra real en la separación de los residuos sólidos en cuidado del medio ambiente, como se evidencia en la tabla 2.

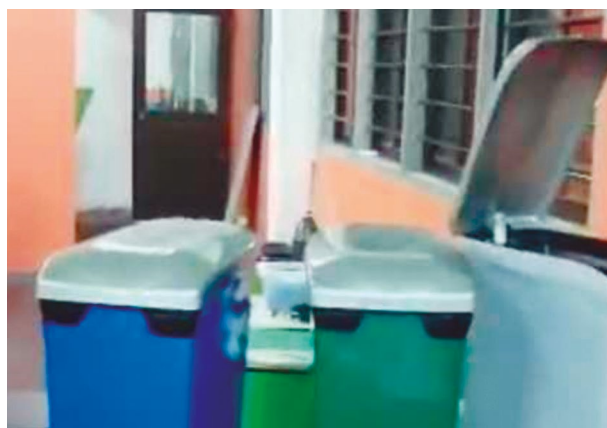


Figura 3. Instalación del punto ecológico automatizado en la institución.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Implementación del prototipo en la institución.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Implantación del punto ecológico automatizado por los aprendices SENA.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2

Verificación de los datos obtenidos con el punto ecológico automatizado frente al convencional.

Punto ecológico: Convencional VS automatizado								
Semanas.	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
Línea comparativa.	Convencional	Automatizado	Convencional	Automatizado	Convencional	Automatizado	Convencional	Automatizado
Papel.	63%	75%	57%	78%	61%	84%	60%	90%
Cartón.	57%	79%	64%	81%	70%	89%	71%	84%
Orgánico.	62%	83%	58%	87%	60%	75%	59%	92%

Fuente: Elaboración propia (2019).

4. CONCLUSIONES.

Los aspectos más relevantes de la investigación consistieron en la interacción existente entre el prototipo y la población estudiada. Durante el desarrollo, se evidenció el agrado de los aprendices al hacer el proceso de clasificación de los residuos sin tener contacto físico con el depósito, gracias a la apertura automática del prototipo. Por otro lado, se identificaron otras oportunidades de mejora, como la instalación de un panel solar fotovoltaico para la alimentación del sistema eléctrico, electrónico y neumático en el punto ecológico, mejorando la velocidad de respuesta del dispositivo, introduciendo una tarjeta con un mejor procesamiento de la información.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Flores, R. (2013). Diálogos entre la pedagogía y la educación ambiental. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 7(1), 95-107. <https://doi.org/10.18359/reds.737>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación. (2009). Norma técnica colombiana

-GTC 24. En gestión ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente. Recuperado de: <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>

Lot, L. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto. Elzevir Doma. Argentina, Buenos Aires.

López, N. (2009). Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de cerete – Córdoba (Tesis de Maestría). Universidad Pontificia Javeriana, Bogotá. Recuperado de: <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis64.pdf>

Martínez, C., & Rentería, F. (2018). Construcción de puntos ecológicos y disminución de residuos a través de la implementación del reciclaje y la educación ambiental en la Institución Educativa José Hilario López Inspección el Triunfo Municipio de La Montañita – Caquetá. Caquetá. Recuperado de: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/21550/1/1110531010.pdf>

Zimmermann, M. (2013). Pedagogía ambiental para el planeta en emergencia (3a. ed.). Retrieved from <https://ebookcentral-proquest-com.bdigital.sena.edu.co>



PRODUCCIÓN PRIMARIA

Diseño de un carro teledirigido con sensor de temperatura y humedad.

Design of a remote control car with temperature and humidity sensor.

William Gómez-Murillo¹

Yicely Hernández-Gómez²

RESUMEN

Cundinamarca es uno de los departamentos de Colombia donde la economía es beneficiada por diferentes cultivos agrícolas como la fresa, uchuva, hortalizas, flores, entre otros. En estos cultivos se deben conocer variables como temperatura y humedad para posteriormente hacer cambios en los sistemas de riego, realizar control de temperatura y así prevenir daños. En cultivos extensos es difícil conocer dichas variables en toda la superficie al aire libre, por lo que se propone un prototipo que utiliza un módulo inalámbrico para recorrer las hectáreas y obtener estos datos por cada sendero. Para este proyecto se consultó inicialmente qué módulos y microcontroladores se pueden utilizar para conocer las variables de temperatura y humedad; en segundo lugar, se consultó qué módulos y protocolo de comunicación se utilizaría para controlar remotamente el carro, y por último se realizó la implementación del sistema que será controlado con hardware y software de Arduino, y se utilizará Bluetooth para controlar remotamente el carro. El carro teledirigido obtenido se puede guiar con el movimiento de las manos por protocolo Bluetooth y posteriormente serán adicionados los módulos de temperatura y humedad para mostrar los datos en una pantalla LCD y así conocerlas sin tener que desplazarse por todo el lugar.

Palabras Clave: *carro inalámbrico, giroscopio, cultivos, humedad y temperatura.*

ABSTRACT

Cundinamarca is one of the departments of Colombia where the economy is benefited by different agricultural crops such as strawberries, cape gooseberries, vegetables, flowers, among others. In these crops, variables such as temperature and humidity must be known to subsequently make changes to the irrigation systems, perform temperature control and thus prevent damage. In extensive crops it is difficult to know these variables in the entire outdoor area, so a prototype is proposed that uses a wireless module to travel the hectares and obtain these data for each path. For this project it was initially consulted which modules and microcontrollers can be used to know the temperature and humidity variables; secondly, it was consulted which modules and communication protocol would be used to remotely control the car, and finally the implementation of the system that will be controlled with Arduino hardware and software was performed, and Bluetooth will be used to remotely control the car. The remote control car obtained can be guided with the movement of the hands by Bluetooth protocol and subsequently the temperature and humidity modules will be added to display the data on an LCD screen to know the data without having to move around the place.

Key words: *wireless car, gyroscope, crops, humidity and temperature.*

-
- 1 Aprendiz, Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial - Servicio Nacional de Aprendizaje, Tecnoacademia-Semillero MAPRA, Soacha.
 - 2 Magister en Ingeniería Electrónica, Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial - Servicio Nacional de Aprendizaje, Grupo CIDEINNOVA, Tecnoacademia-Semillero MAPRA, ykhernandez@sena.edu.co, Soacha.

1. INTRODUCCIÓN.

En el campo, para reconocer la temperatura y humedad del entorno, los agricultores necesitan de una maquinaria amplia que solo toma una temperatura general, y si se quiere medir en un espacio abierto se usa un sensor inalámbrico con el cual tienen que recorrer los senderos de cada hectárea si se quiere reconocer los datos punto por punto. El propósito de esta investigación es diseñar un carro teledirigido que facilite al agricultor el reconocimiento de la temperatura y humedad del ambiente desde sus manos, y desde ellas manejar el dispositivo, reconociendo los datos por cada sendero del invernadero o hectárea sin tener que desplazarse por todo el espacio. Es importante resaltar que la fase en la que se realiza la medición de la temperatura y humedad aún no se ha finalizado, y por lo tanto en esta fase sólo se muestra el control del carro de forma remota.

2. METODOLOGÍA.

Esta es una investigación de tipo mixto, tiene un enfoque explicativo y describe las posibilidades y beneficios de la implementación de un sistema innovador que facilita el trabajo diario de la población agricultora del país, generando una oportunidad de innovación y solución de una necesidad.

Procedimiento.

Al consultar qué módulos y microcontrolador se puede utilizar para el desarrollo del proyecto se escogió el Arduino Uno, mostrado en la figura 1. Esta placa PCB (placa de circuito impreso) será utilizada para el desarrollo de este proyecto debido a que facilita el trabajo por la forma de programarse (C++), y además su precio es bajo

y asequible; se puede manejar desde cualquier sistema operativo (Mac, Windows y Linux, entre otros), su tamaño es pequeño, característica que lo hace portable y además permite dar una introducción a la programación.

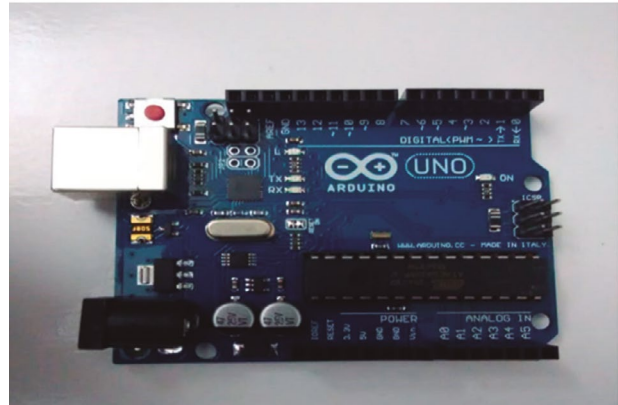


Figura 1. Placa de Arduino.

Fuente: Elaboración propia.

El sistema que controla el movimiento del carro es el giroscopio “mpu6050” mostrado en la figura 2, el cual permite que el agricultor al girar su muñeca a ciertos grados mueva el carro por la trayectoria deseada y a la vez pueda recibir los datos en una pantalla LCD.

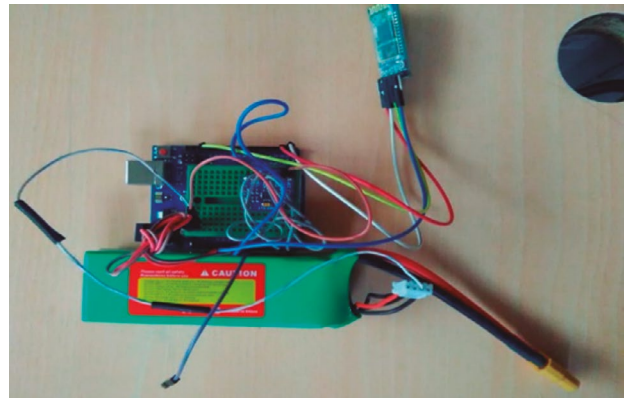


Figura 2. Control con giroscopio.

Fuente: Elaboración propia.

Para programar el giroscopio se utiliza la librería mpu6050 la cual facilita con las variables del sensor dar un plano sobre los ejes X, Y, y Z. como se muestra en la figura 3.

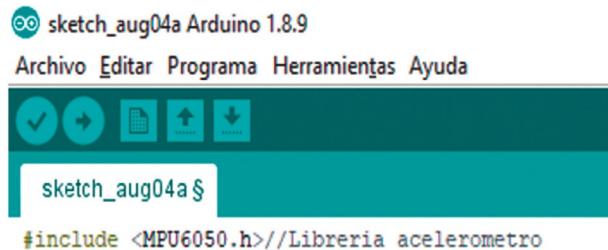


Figura 3. Librería del giroscopio.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez se conocen las coordenadas X,Y y Z, se establece mediante condicionales "if" hacia qué dirección debe ir el carro y así posteriormente enviar una letra clave para que sea detectada en el módulo del carro y así tomar la dirección correcta (Github, 2018). Ver figura 4.

```
//ADELANTE
if(ax<=-14 && ay>=-3 && ay<=3)
{Serial.write('a');}

//ATRÁS
if(ax>=14 && ay>=-3 && ay<=3)
{ Serial.write('z');}

//DETE
if(ax>=-3 && ax<=3 && ay>=-3 && ay<=3)
{Serial.write("");}

//IZQUIERDA
if(ay<=-16 && ax>=-3 && ax<=3)
{Serial.write('i'); }

//DERECHA
if(ay>=15 && ax>=-3 && ax<=3)
{Serial.write('d');}
```

Figura 4. Código de Programación de coordenadas para direccionamiento de carro.

Fuente: Elaboración propia.

Por medio de una aplicación llamada Naylamp Car, mostrada en la figura 5, se puede controlar el carro desde un dispositivo Android, donde solo es necesario descargar, instalar y enlazar el bluetooth del carro con el de dispositivo móvil que tiene la aplicación descargada.



Figura 5. Aplicación utilizada para el control del carro

Fuente: Mechatronics, 2016.

El carro se controla remotamente mediante una conexión inalámbrica, usando el modelo de bluetooth "HC-05" mostrado en la figura 6, el cual cuenta con un alcance de 20 metros, permitiendo controlar el carro desde una distancia confortable sin perder la conexión.

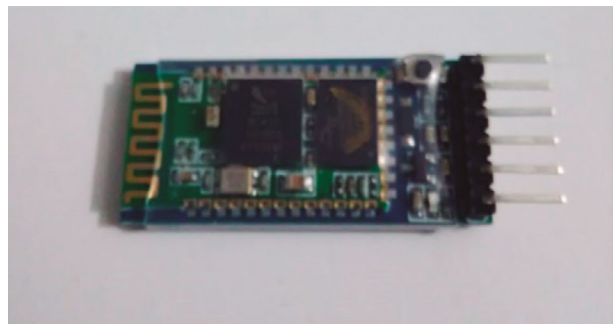


Figura 6. Módulo Bluetooth HC-05

Fuente: Elaboración propia.

El código utilizado para programar el módulo bluetooth HC-05 se muestra en la figura 7, para el cual se utiliza arduino mega y se le dio su nombre entre otras por comandos AT. (github, 2016).

```
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
  Serial.begin(9600);  
  Serial1.begin(38400);  
  Serial.println("Dispositivo listo para recibir comando AT");  
}  
  
void loop() {  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
  if(Serial.available())  
    Serial1.write(Serial.read());  
  if(Serial1.available())  
    Serial.write(Serial1.read());  
}
```

Figura 7. Código de módulo de bluetooth.
Fuente: Elaboración propia

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

Se ensambló el chasis mostrado en la figura 8, el cual tiene 4 motores y una plataforma donde está ubicado el arduino, el bluetooth y un puente H “L298N” el cual se encarga del control de los motores y el control de energía que se envía al arduino por una salida de 5v. (Playbyte, 2017).

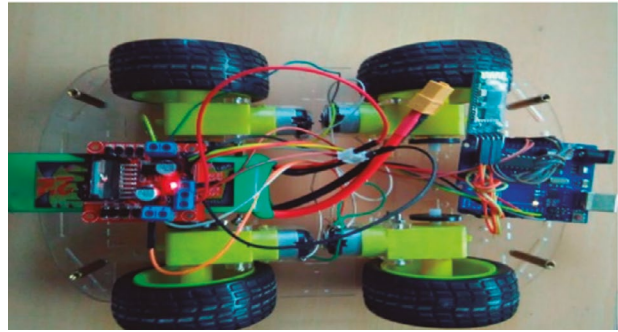


Figura 8. Chasis con componentes.
Fuente: Elaboración propia.

Para programar el movimiento de los motores se necesitó primero saber la salida del Arduino y nombrar cada motor, como muestra la figura 9.

```
//Pines de conexión del driver  
int Pin_Motor_Der_A = 8;  
int Pin_Motor_Der_B = 9;  
int Pin_Motor_Izq_A = 10;  
int Pin_Motor_Izq_B = 11;  
  
void setup() {  
  // inicializar la comunicación serial a 9600  
  Serial.begin(9600);  
  // configuramos los pines como salida  
  pinMode(Pin_Motor_Der_A, OUTPUT);  
  pinMode(Pin_Motor_Der_B, OUTPUT);  
  pinMode(Pin_Motor_Izq_A, OUTPUT);  
  pinMode(Pin_Motor_Izq_B, OUTPUT);  
}
```

Figura 9. Sketch de inicio de motores
Fuente: Elaboración propia.

Dependiendo de la dirección que debe tomar el carro se debe configurar la dirección de giro de cada uno de los motores para la dirección de reversa, tal como se muestra en la figura 10.

```

void Mover_Retroceso()
{
    digitalWrite (Pin_Motor_Der_A, LOW );
    digitalWrite (Pin_Motor_Der_B, HIGH );
    digitalWrite (Pin_Motor_Izq_A, LOW );
    digitalWrite (Pin_Motor_Izq_B, HIGH );
}

```

Figura 10. Control de motores.

Fuente: Elaboración propia.

En esta fase del proyecto se logró que el carro funcionara de forma remota mediante un protocolo Bluetooth, el cual controlaba el movimiento del carro mediante un giroscopio que se ubicaba en la mano del agricultor.

Debido a la inestabilidad de los terrenos donde se encuentran ubicados los cultivos fue necesario cambiar la estructura del carro a una más robusta y fuerte, cambiar los arduino uno por un arduino nano para reducir el tamaño y hacer que el circuito sea de fácil manipulación para el usuario, reduciendo el peso y espacio que ocupa.

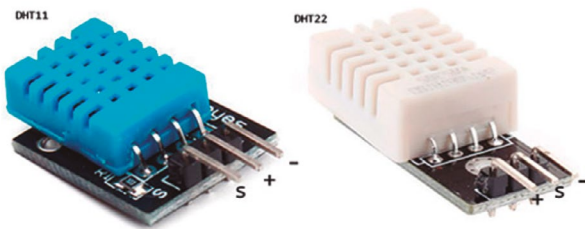


Figura 11. Módulos de detección de temperatura y humedad DHT11 y DHT22.

Fuente: Playbyte, 2017.

La nueva fase de medición de temperatura y humedad no está completa, en esta se busca enviar los datos del sensor DHT11 o DHT22 mostrados en la figura 11, los cuales estarán

ubicados en el carro, enviando los datos vía bluetooth hasta una pantalla LCD que estará ubicada en la mano y así sabiendo las variables de temperatura y humedad (Playbyte, 2017).

4. CONCLUSIONES.

En este artículo se presentó el diseño del carro teledirigido para la medición de temperatura y humedad para cultivos agrícolas, el cual se divide en dos partes que son el chasis y el control mediante giroscopio.

Se llevó a cabo la implementación del carro con su módulo de control, logrando siempre que adquiriera la dirección transmitida vía Bluetooth con el giroscopio y la rotación de la mano, o desde un dispositivo Android.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Github. (4 de agosto de 2016). ArduinoProjects. Obtenido de <https://github.com/Tostatronic/ArduinoProjects/blob/master/ProgramaDeconfiguracionAT/ProgramaDeconfiguracionAT.ino>

Github. (5 de octubre de 2018). CARRO-BLUE-TOOTH-GESTOS-. Obtenido de <https://github.com/BioelectronicaSeEscribeConB/CARRO-BLUETOOTH-GESTOS->

Mechatronics, N. (2016). Robot móvil controlado por bluetooth. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/blog.html>

Playbyte. (27 de febrero de 2017). Sensor de humedad y temperatura DHT-11 y DHT-22. Obtenido de <http://www.playbyte.es/electronica/arduino/sensores-de-presion-atmosferica/>

Implementación de un sistema de acuaponía sustentable modular.

Implementation of a modular sustainable aquaponics system.

Carlos Saavedra-Gualtero¹

Ana Cárdenas-Forero²

Fabián Freyle-Corro³

RESUMEN

Frente a problemáticas como la seguridad alimentaria, el impacto ambiental a consecuencia del uso de agroquímicos y la baja productividad en los procesos agrícolas, esta investigación tiene el objetivo de implementar un sistema Acuapónico Modular para espacios reducidos, que sea sustentable, eficiente y rentable. Para tal fin, se plantea el diseño y montaje del sistema, con especies de plantas (lechuga verde crespa) y el pez (Goldfish común), por ser resistente y de fácil comercialización. La metodología implementada consistió en el acondicionamiento, control y registro de los parámetros físicos químicos (pH, temperatura, electro-conductividad, oxígeno disuelto), del agua por seis meses; se implementó un modelo acuapónico indor, incorporando un estanque de peces con recirculación del agua mediante una bomba en un sistema cerrado, que lleva el agua del estanque al biofiltro. Después de hacer el proceso de nitrificación, el agua pasa a las plantas bajo la técnica hidropónica de raíz flotante, manteniendo los parámetros (pH, conductividad salina, oxígeno disuelto y humedad relativa), requeridos para garantizar la simbiosis del sistema. En lo que respecta a la supervivencia de los peces durante los seis meses, de 16 sobrevivieron 15, y de 14 lechugas sobrevivieron 11, siendo estas cifras indicadores positivos que evidencian que el sistema funciona. El principal aporte de esta investigación es verificar que el concepto de acuaponía modular es viable por su adaptabilidad para su implementación, desde un acuario casero hasta una mediana escala en espacios urbanos con fines comerciales.

Palabras Clave: acuaponía, agroecología, hidroponía, acuicultura.

ABSTRACT

Faced with problems such as food security, environmental impact as a result of the use of agrochemicals and low productivity in agricultural processes, this research aims to implement a Modular Aquaponic system for small spaces, which is sustainable, efficient and profitable. To this end, the design and assembly of the system, with species of plants (green crested lettuce) and the fish (common Goldfish), is proposed for being resistant and easy to market. The methodology implemented consisted of the conditioning, control and recording of the chemical physical parameters (pH, temperature, electro-conductivity, dissolved oxygen), of the water for six months; an indor aquaponic model was implemented, incorporating a fish pond with water recirculation by means of a pump in a closed system, which brings water from the pond to the biofilter. After doing the nitrification process, the water passes to the plants under the floating root hydroponic technique,

1 Emprendedor e Integrante del Semillero de Investigación BIBA Tecnoacademia Nodo Cazucá, carlossaagual@gmail.com, Cazucá.

2 Aprendiz de la Tecnoacademia Cazucá e integrantes del Semillero de Investigación BIBA, anasofiacardenasforero82@gmail.com, Cazucá

3 Instructor SENNOVA de la Tecnoacademia Cazucá del CIDE de Soacha – SENA, fffreyle@misena.edu.co, Cazucá

maintaining the parameters (pH, saline conductivity, dissolved oxygen and relative humidity), required to guarantee the symbiosis of the system. Regarding the survival of the fish during the six months, of 16 survived 15, and of 14 lettuces survived 11, these figures being positive indicators that show that the system works. The main contribution of this research is to verify that the concept of Modular Aquaponics is viable due to its adaptability for its implementation from a home aquarium to a medium scale in urban spaces for commercial purposes.

Key words: *aquaponics, agroecology, hydroponics, aquaculture.*

1. INTRODUCCIÓN.

La acuaponía constituye una integración entre un cultivo de peces y un hidropónico de plantas; estos se unen en un único sistema de recirculación, en el cual se juntan, el componente acuícola y el componente hidropónico. En este sistema, los desechos metabólicos generados por los peces y los restos de alimento, son utilizados por los vegetales y transformados en materia orgánica vegetal. De esta forma se genera un producto de valor a través de un subproducto desechable, con la ventaja de que el agua libre de nutrientes queda disponible para ser reutilizada; gracias a esto, los sistemas acuapónicos trabajan sobre dos puntos de gran interés en producción, rentabilidad y tratamiento de desechos (Rakocy, 1999; Calo; 2011).

El objetivo de esta investigación se centra en evaluar la eficiencia de la acuaponía como sistema productivo mediante el cuidado de peces ornamentales, analizando la incidencia en el sistema frente a los métodos convencionales; teniendo un enfoque para su implementación en espacios urbanos de forma sustentable, aplicando una metodología experimental a escala, donde se evaluarán el parámetro fisicoquímico, el desarrollo de los peces y la producción vegetal de lechuga verde cressa a través del ciclo productivo (tiempo). Con el desarrollo de este trabajo se espera obtener un cultivo

de hortalizas de tipo orgánico a partir de los residuos orgánicos (RO) de los peces bajo condiciones de laboratorio. Ver figura 1.



Figura 1. Sistema acuapónico experimental con peces ornamentales.

Fuente: Elaboración propia.

2. METODOLOGÍA.

El diseño de esta investigación es mixto, tiene un enfoque descriptivo y exploratorio, fue desarrollado por el Semillero de Investigación BIBA en el laboratorio de química de la Tecnoacademia Cazucá del CIDE de Soacha y contó con la colaboración de la empresa ECOLGREEN, con una duración de seis meses entre mayo y noviembre de 2018. Se utilizaron diferentes materiales y equipos que se describen en la tabla 1.

Tabla 1

Equipos y materiales.

Cantidad	Elemento
1	Acuario de vidrio de 60 x 35 x 60 cm
1	Soporte con rodachinas
1	Contenedor de vidrio de 70 x 35 x 12cm
1	Luz led de 8000 lumix
1	Multitoma de 6 conexiones
1	Termoestato 100w
1	Bomba sumergible
2	Aireadores de una salida
1	Temporizador análogo
1	Dispensador de comida automático
16	Peces goldfish
14	Plántulas de lechuga verde cressa
6	Paquetes de comida para peces de 150g
1	Tubo pvc de ½" x 3mts
4	Codos pvc de ½"
6	Tees pvc de ½"
6	Espumas de loza
1	Lamina de icopor de 5mm de 68 x 32cm
3	Botellas pet de 3 litros

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el diseño y montaje del sistema acuapónico, implementado un acuario de 65cm x 65cm x 70cm, un biofiltro de tres contenedores de tres litros cada uno, un contenedor de vidrio rectangular de 35cm x 70cm x 12cm

hidropónico con una lámina de icopor de 5mm de 30cm x 65cm para raíz flotante, una base de hierro de ángulo de 5mm de 65cm x 65cm x 70cm con rodachinas de ½", Proyector LED de 8000 lumix, una bomba sumergible de 12w con capacidad de 2 metros de caudal, un termostato de 100w automático, un temporizador análogo de una salida, un Dispensador análogo de comida para peces de intervalos de 12 horas (ver figuras 2,3,4,5,6, y 7).

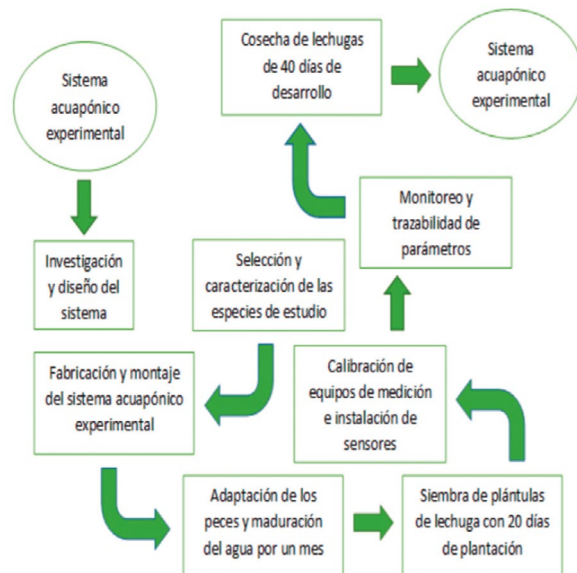


Figura 2. Flujograma de procedimiento

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Diseño y montaje del sistema acuapónico.

Fuente: Elaboración propia.

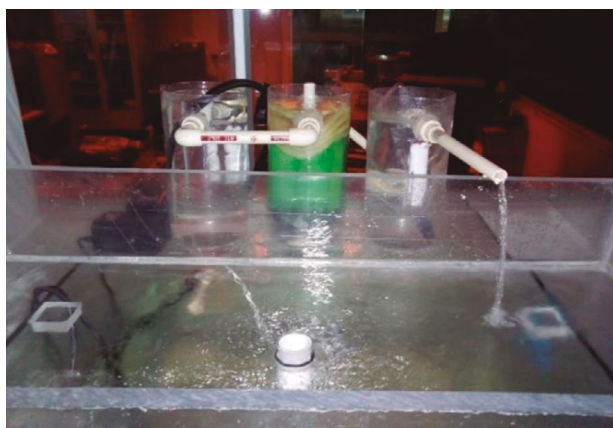


Figura 4. Fabricación de biofiltro.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Adaptación de peces Goldfish.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Monitoreo de parámetros.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Sistemas acuapónico experimental en condiciones de laboratorio.
Fuente: Elaboración propia.

Alimentación de los peces y dosificación.

La alimentación se proporcionó en comida para peces (en hojuelas), un gramo (1 g), diario dividido en dos dosis de 0.5 g cada una, para alimentar a 16 peces Goldfish de entre 5 cm de longitud y 4 g de peso; para lograr la mayor precisión posible se implantó un dispensador de comida análogo automático que se calibra con un intervalo de 12 horas por cada dosis. La composición nutricional del alimento para los peces se puede ver en la figura 8.

TABLA NUTRICIONAL	
Composición	%
Proteína mínima	48%
Ácidos grasos omega mínimo	1.2%
Composición garantizada	8%
Humedad máxima	2%
Fibra cruda máxima	9.5%
Cenizas máximo	1.2%

Figura 8. Tabla nutricional comida para peces
Fuente: Incros 2018.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

Como resultados preliminares de la investigación se encontró incidencia directa de la poca iluminación del ambiente, ya que se encuentra en un espacio cerrado con deficiente iluminación (se trató de solventar con la adición de luz artificial Led calidad) (ver figura 9). Lo anterior se vio reflejado en el aspecto de las plantas alrededor del sexto mes.



Figura 9. Identificación de problemas en el sistema.
Fuente: elaboración propia.

Los peces Goldfshi, tuvieron buena adaptación. La supervivencia de estos peces fue catalogada como buena con un 93,75%, (mayo a noviembre de 2018), con una mortalidad del 6,25% que se representa con un pez muerto; en cuanto a las lechugas la supervivencia es del 71,5%, con una mortalidad del 28,5%, siendo indicadores positivos que permiten afirmar que el ciclo Acuapónico funciona. El total de alimento utilizado en la prueba fue de (180 g) durante los 6 meses de experimentación.

Se identificó que las lechugas sufrieron de “clorosis férrica”, por deficiencia de hierro en el sistema, ocasionando un color amarillento en las hojas de las plantas más jóvenes. Como hipótesis de su causa se analizaron tres factores:

1. Contaminación por Dióxido de carbono (CO_2)
2. La alcalinidad del agua
3. Deficiencia nutricional por baja metabolización de los peces.
4. Baja luminosidad.

Para solucionar el problema de clorosis en las lechugas, se añadió hierro a través de una fuente orgánica con el propósito de mantener las características ecológicas sin generar afectaciones en los peces y en las bacterias, preservando la simbiosis del sistema. Ver figura 11.



Figura 10. Hoja de lechuga con clorosis férrica.
Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta al agua del estanque, se realizó un monitoreo de parámetros semanal, lo que evidencia la complejidad técnica del sistema, donde se evidencian los promedios generales de la trazabilidad de los diferentes parámetros fisicoquímicos; valores tales como: pH 5,5, Ec 1308 ppm, Oxígeno disuelto 7,1 ppm, Temperatura del agua 19,9

°C, Temperatura ambiente 17,6 °C, Humedad relativa 50,8%. Con excepción de la humedad relativa los demás parámetros fisicoquímicos son aceptables dentro de los rangos establecidos por la literatura revisada.

4. CONCLUSIONES.

La implementación de un sistema de acuaponía modular como esquema productivo a mediana escala para impulsar un escenario de economía verde es una alternativa viable para garantizar la seguridad alimentaria, bien sea como huertos de auto consumo o de asociatividad en producción comercial. Las ventajas que presenta la acuaponía frente a la agricultura tradicional hacen que sea un sistema viable para el cultivo de peces y plantas en unidades a pequeña escala. El impacto ambiental es positivo con un ahorro de agua de un 60%, al ser un proceso orgánico se evita el recambio permanente.

Rakocy, J. E., (1999). The status of aquaponics Part 2. Aquaculture Magazine. Septiembre-octubre, pp. 64 – 70. USA.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Calo, P. (2011). Introducción a la Acuaponía. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola-CENADAC.
- Ineros (2018). Alimento Completo Ineros Vital. Recuperado de: <http://incros.net/producto/alimento-completo-peces/>
- Muñoz-Gutiérrez, M.E. (2012). Sistemas de recirculación acuapónicos. Informador Técnico (Colombia) Edición 76, pp. 123 – 129.
- National Research Council. (1993). Nutrient Requirements of Fish. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/2115>.

Desarrollo de un software como herramienta administrativa para la planeación de la producción en las unidades productivas del SENA La Salada.

Development administrative software for production planning in the production units of SENA La Salada.

Carlos Alvis¹

Edwin D. Betancur²

Yissel Chitiva³

RESUMEN

En torno a las nuevas tecnologías de la cuarta revolución industrial y la importancia de incluirla dentro de los procesos de formación SENA, se busca que los aprendices e instructores involucren en sus procesos de formación elementos de big data, machine learning, y lenguajes de programación. En la actualidad el centro de formación SENA “La Salada” no cuenta con un medio tecnológico para controlar la gestión que se realiza en las áreas de entradas y salidas de productos. El objetivo de esta investigación fue desarrollar una aplicación que ejecute de manera organizada y controlada el registro de inventario llamada “Gestor de inventarios”, desarrollado por aprendices e instructores del centro de formación “La Salada”, como un mínimo paso para involucrar a los actores en los principios de programación y uso de bases de datos, apoyando la planeación de existencias y control de materias primas en cada una de las unidades productivas. Se obtuvo como resultado un software llamado “gestor de inventarios” que consolida información de talleres, codificación del producto, mínimo de stocks, fechas de vencimiento, cálculo de saldos en tiempo real, verificación de productos próximos a vencerse, entre otras funciones de especial interés en los aprendices de diferentes áreas, dando un complemento y sentido práctico a la formación, profundizando en las tecnologías 4.0 importantes en la actualidad laboral.

Palabras Clave: gestor de inventarios; herramienta ofimática, planeación de la producción, inventario.

ABSTRACT

Around the new technologies of the fourth industrial revolution and the importance of including it within the SENA training processes, the aim is that apprentices and instructors to involve elements of big data, machine learning, and languages in their training processes of programming. At present, the SENA “La Salada” training center does not have a technological means to control the management carried out in the areas of product inputs and outputs. The objective of this research was to develop an application that executes the inventory registry in an organized and controlled manner, called “Inventory Manager” developed by apprentices and instructors

- 1 Desarrollo de habilidades informáticas énfasis en programación, orientadas a la producción de software acorde a las tendencias de la 4 revolución industrial, Ingeniero Agroindustrial, Sena, calvis@sena.edu.co, Medellín carlossaagual@gmail.com, Cazucá.
- 2 Desarrollo de habilidades informáticas énfasis en programación, orientadas a la producción de software acorde a las tendencias de la 4 revolución industrial, Ingeniero de alimentos, Sena, edbetancur@sena.edu.co, Medellín
- 3 Desarrollo de habilidades informáticas énfasis en programación, orientadas a la producción de software acorde a las tendencias de la 4 revolución industrial, Aprendiz Tecnólogo Control Calidad de Alimentos, Sena, ygchitivaza@gmail.com, Medellín.

of the “La Salada” training center as a minimum step to involve the actors in the principles of programming and use of databases, supporting the planning of stocks and control of raw materials in each of the productive units. The result was a software called “inventory manager” that consolidates workshop information, product coding, minimum stocks, expiration dates, calculation of balances in real time, verification of products to expire, among other functions of special interest in the apprentices of different areas, giving a complement and practical sense to the training, deepening in the technologies 4.0 important in the labor actuality.

Key words: *inventory manager, office tool, production planning, inventory.*

1. INTRODUCCIÓN.

En aras de optimizar el proceso de toma de inventarios y de sistematizar la información de materia prima, insumos, aditivos y empaques que yacen en cada uno de las unidades productivas de los centros de formación del SENA, se hace imperante diseñar una herramienta tecnológica para administrar la información de los recursos de los ambientes, permitiendo tomar decisiones de procesos y gastos adecuados de los materiales consumibles del área.

La necesidad surge de llevar una administración eficiente de todos los elementos que constituyen las unidades productivas de un centro de formación, puesto que los requerimientos de cada uno de estos son diversos, supeditados a las estrategias misionales de las regionales, además de los procesos administrativos de contratación de materiales que establece la ley 1150 de 2007.

Las competencias de los programas del centro se aglutinan en el modelo pedagógico de la formación por proyectos, donde la estadística, planeación-control de la producción, costos y administración, son conceptos transversales que permiten a los aprendices e instructores construir un proyecto de formación de cara a las tecnologías de la cuarta revolución (Ciencia de datos, Análisis de datos, Machine Learning,

Deep learning, incluso Inteligencia Artificial: IA). (Betancur, 2016)

En tal virtud, se propuso investigar sobre como programar un gestor de inventarios básico, recurriendo a los principios de ciencia de datos, con base al trabajo de campo de los aprendices e instructores de diferentes competencias y tecnologías, principalmente en control de calidad de alimentos y gestión de datos. La información socavada permite realizar un pseudocódigo basado en la utilidad que tiene Excel en el entorno de Visual Basic, recurriendo a los tópicos de programación esenciales como los ciclos “for” sentencias lógicas (if, elseif, and, or) y comandos en “loop”, convirtiendo los datos ingresados al programa, en información clave para toma de decisiones por parte de los instructores y aprendices en sus respectivas competencias.

La herramienta ofimática permite entregar los datos de inventario, planeación-control de la producción y costos en tiempo real, logrando un mayor control de los materiales, obtener stocks seguros, evitar pérdidas por fechas de vencimientos, ubicación de los mayores consumos, desperdicios, trazabilidad de cada uno de los consumibles.

Para la correcta administración de los materiales de formación que ingresan a las unidades,

es indispensable contar con una herramienta de control y seguimiento sistematizada que corresponda a un trabajo didáctico por parte de los instructores y desarrollado por los aprendices. Estos, involucrados desde las diferentes competencias del tecnólogo de control de calidad de alimentos y gestión de datos, pueden interrelacionar los conceptos de planeación-control de la producción, estadística, inventarios y costos en una sola interfaz; dichos tópicos conforman la estructura macro para obtener el mapeo correspondiente de los datos ingresados, convirtiéndose en insumos indispensables en el análisis de datos. La programación mediante algoritmos y obtención de información procesada a dicho proceso se puede esquematizar en la figura 1.

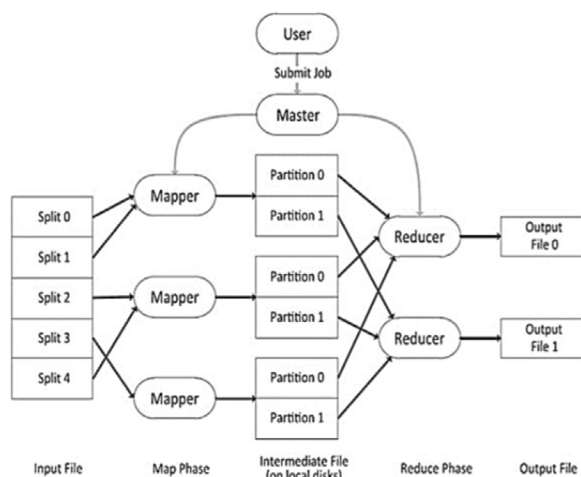


Figura 1. MapReduce, proceso de tratamiento de datos y mapeo para la programación.
Fuente: (Dean & Ghemawat, 2008).

Por lo anteriormente expuesto se tiene pretende desarrollar, mediante el lenguaje VBA, asociado a Microsoft Excel, un gestor de inventarios de materias primas, insumos y empaques en las unidades de producción del área de agroindustria en el centro de formación La Salada- Antioquia.

2. METODOLOGÍA.

La propuesta metodológica de esta investigación tiene un enfoque descriptivo, la recolección de información fue ejecutada por aprendices del área de control de calidad de alimentos mediante listas de chequeo, entrevistas con los instructores líderes de la unidad y revisión de formatos de compras.

la obtención de datos, diseño del programa, integración de elementos de ciencia de datos, programación del código y obtención de información decisoria abarca varias fases, tal como se describe en la figura 2.



Figura 2. Fases del proyecto de desarrollo tecnológico. Fuente: Elaboración propia.

Las fases II y III se desarrollarán en paralelo y aún se encuentran en etapa de planeación para complementar la fase I. Se presenta la descripción de cada uno de los pasos del proceso metodológico de la fase I en la Tabla 1.

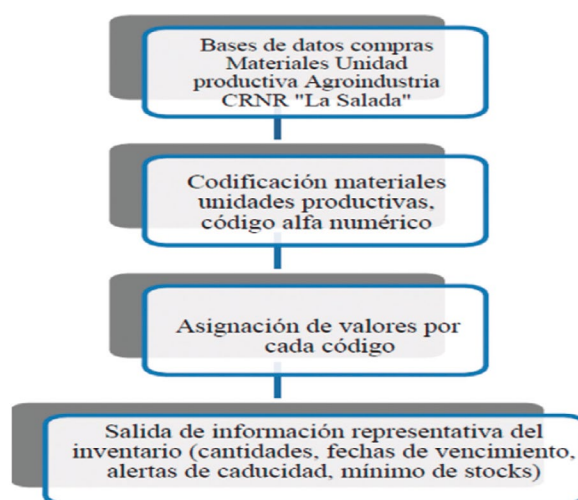
Tabla 1

Descripción del proceso metodológico.

Pasos metodológicos	Descripción
Paso 1. Diagnóstico	Levantamiento de las bases de datos de insumos, materia prima, empaques, maquinaria y utensilios de las unidades productivas del centro, iniciando con los talleres del área de agroindustria, los instructores y aprendices en trabajo colaborativo extraen información con base a los principios de toma de inventarios y obtendrán la primera base de datos.
Paso 2. Análisis estadístico	Con la información obtenida se efectúa un análisis estadístico descriptivo sobre los promedios de consumo, compras y tiempos de vida útil, además de un acercamiento inferencial de los datos sobre las condiciones de normalidad de los datos
Paso 3. Mapeo	Analizar los datos alfanuméricos obtenidos, tomar las decisiones sobre cuáles son los resultados requeridos o indispensables para la toma de decisiones luego del tratamiento del programa, ubicar los nodos de tratamiento de datos.
Paso 4. Elaboración pseudocódigo	Realizar la arquitectura del programa desde las sentencias de código de programación, requerimientos del mapeo.
Paso 5. Escritura del programa y validación	Desarrollar el gestor de inventarios en programa Visual Basic (VBA) incorporado en office Excel

Fuente: Elaboración propia.

Para el mapeo de la información se planteó el siguiente esquema representativo del trabajo de campo, que se evidencia en la figura 3.

**Figura 3.** Esquema reducido del tratamiento de datos.

Fuente: Elaboración propia.

3. Discusión y resultados.

A partir del diagnóstico necesidades de materias primas para la formación profesional de las unidades productivas de agroindustria, elaborado año tras año por las solicitudes de materiales en los talleres, se desarrolló una tendencia de requerimientos básicos de elementos que habitualmente se consumen durante el desarrollo de las actividades lectivas, dicho ejercicio, también permitió definir los stocks mínimos de trabajo por cada unidad.

Se puede describir la interfaz desarrollada del gestor de inventarios como una aplicación que cuenta con 3 grupos de botones anidados y 4 botones dentro de la hoja de visualización, denominada Userform, los grupos de botones

anidados son: Ítems, Movimientos y Uso Administrativos. Los botones no agrupados son: Validar Fecha de Vencimiento, Validar Existencias, Guardar Gestor de Inventarios y Salir Gestor de Inventarios (Amelot, 2016), el detalle del menú se muestra en la figura 4.

Figura 4. Menú Principal Gestor de Inventarios CRNR.

Fuente: Elaboración propia.

Para cada uno de los botones se establece un submenú el cual ejecutará una rutina dentro del entorno de Visual Basic Application (VBA), cargando la información directamente a un archivo de Excel con diferentes hojas, la funcionalidad radica en generar un consolidado de toda la información de inventarios en un solo archivo con pocas hojas, tal como se evidencia en la figura 5.

En el menú principal se observan todos los botones correspondientes al gestor, cada uno de ellos ejecuta un algoritmo específico que permite guardar información, hacer cálculos o generar otros archivos de Excel.



Figura 5. Hoja de Excel que es alimentada por los botones del gestor de inventarios. CRNR.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al registro de productos como materia prima, se tiene el primer grupo de botones anidado, denominado “Ítems”, enunciado como botón “Registro de Productos MP”, este permite ingresar la información de insumo, materia prima, aditivo o envases que se encuentran o requieran en el taller. La información que requiere la hoja (Userform) en la ejecución de mencionado botón, se observa en la figura 6.

Figura 6. Userform del botón “Registro de Productos MP”. CRNR.

Fuente: Elaboración propia

La información solicitada es: código de producto, tipo de ítem, nombre, unidad de medida, stock mínimo en taller y descripción, es necesario que esta información sea de máxima confianza, establecida en los pasos metodológicos de diagnóstico y adquisición de información, desde allí, el algoritmo comenzará a organizar toda la información y la utilizará para cálculos posteriores.

El botón “modificar producto”, utiliza la misma información del botón “registrar producto MP”, con la diferencia que sobrescribirá la información ingresada y corregirá los datos que se modifiquen en las correspondientes hojas de cálculo del archivo de Excel. Ver figura 7.

Figura 7. Ventana desplegada por el botón: “Modificar Registro de MP”. CRNR.

Fuente: Elaboración propia

Para el botón “eliminar producto”, se requiere privilegios de administrador, ya que el rol de aprendiz no permite acceder a dicho frame. La finalidad de esta sentencia es eliminar productos que se encuentran en desuso del inventario o que requieren un tratamiento de baja del taller. Ver figura 8.

Figura 8. Userform Botón “Eliminar Producto”. CRNR.

Fuente: Elaboración propia

Para el manejo del botón “Reporte de Movimiento MP”, Al pulsar sobre este botón, se despliega un Userform que permite ubicar en combo-box el artículo a generar el reporte; al dar click sobre el botón “consulta” se aparecerá automáticamente un archivo de Excel mediante macros, que permitirá acceso a los movimientos de entradas y salidas del producto a consultar, este aspecto se contempla en la figura 9.

Figura 9. Interfaz de usuario Botón “Reporte de Movimiento MP”. CRNR

Fuente: Elaboración propia

Para el manejo del Conjunto de botones en el frame “Movimientos” como el Botón “Entradas”, este despliega una ventana con la información precargada del ingreso de materia prima. En dicho frame, es necesario digitar las cantidades que ingresan al almacén, así como las fechas de vencimiento, fecha de ingreso, marca del producto y proveedor. Una vez ingresado los datos se procesa y la información se guardará en la hoja de Excel correspondiente. Ver figura 10.

Figura 10. Interfaz del botón “Entradas”. CRNR.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en el grupo de botones mencionados y como se observa en la figura 11, la ventana de salidas hace alusión a los movimientos de egresos de materiales del taller. La información que se debe procesar se focaliza principalmente en las cantidades que se utilizan, destino del material y fecha de salida. Internamente, el programa calcula los saldos de los materiales en función de la información almacenada en la ventana de entradas y mantiene actualizado el inventario en cuanto a existencia de materiales.

Figura 11. Userform del Botón “Salidas”, Fuente: Elaboración propia.

El grupo de botones anidados para “Uso administrativo”, permite controlar el acceso de los usuarios que ingresan a la aplicación, determinar los niveles de permisos entre administrador y aprendiz, así como hacer seguimiento de entradas de cada uno de los individuos, ya que guarda automáticamente en una hoja de cálculo interna dentro de la programación, los ingresos y modificaciones en la aplicación.

En las figuras 12 y 13 respectivamente, se aprecian las ventanas de interacción con el usuario de los botones. “Agregar Usuario” y “Eliminar Usuario”, que tienen la finalidad de administrar los login y contraseñas de los individuos que tiene permisos para trabajar en el programa.

Figura 12. Interfaz del Botón “Agregar Usuario” Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Userform del Botón “Eliminar Usuario”.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los botones “Mostrar Todo” y “Ocultar Todo”, tienen la función de esconder o hacer visible la hoja de Excel (ver figura 5), esta acción, solo puede ejecutarse bajo el rol de administrador y tiene el objetivo primordial de que el nivel aprendiz no modifique la información guardada por la aplicación, con miras a no desvirtuar la calidad y resguardo del archivo maestro del inventario.

La aplicación también permite hacer un barrido de las fechas de vencimiento de los productos perecederos dentro del taller, tomando como base el ingreso de dicha información desde la interfaz de entradas, el algoritmo calcula con base a un mes de anticipación los materiales próximos a vencerse, mostrando según el reloj del equipo donde se encuentra instalado, el tiempo transcurrido desde que se venció o el que haga falta para vencerse, tal como se muestra en la figura 14.

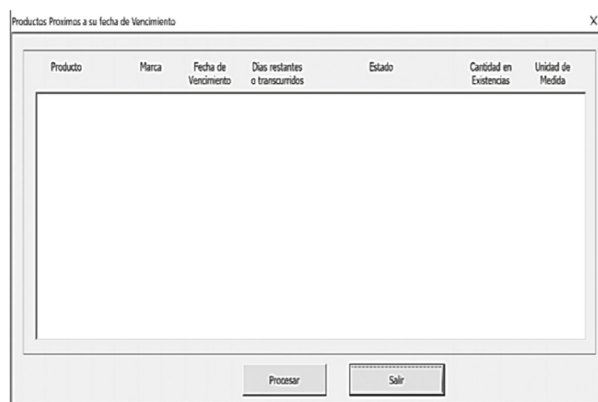


Figura 14. Ventana que despliega el botón “Validar Fechas de Vencimiento”.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto el botón “Validar Existencias”, el algoritmo hace los cálculos respecto al dato de “Stock Mínimo” que también fue ingresado en el frame de “Registro de Producto MP”, permitiendo mostrar los productos que se encuentran por debajo del inventario mínimo, generando alerta para solicitar reabastecer el material, evitando que la unidad productiva se encuentre en falencias para su producción. Ver figura 15.

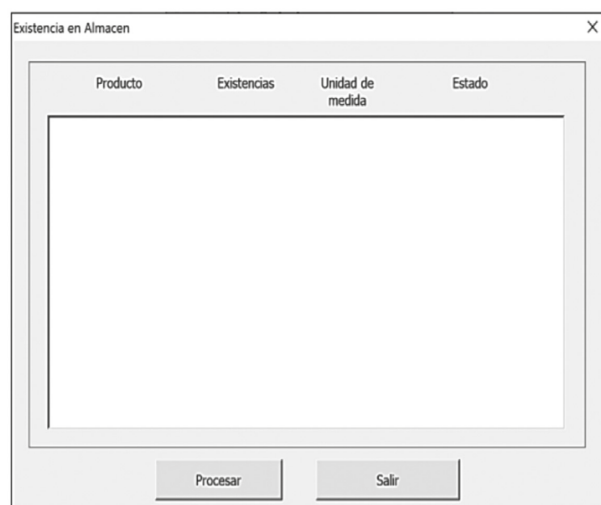


Figura 15. Userform del botón “Validar Existencias”.

Fuente: Elaboración propia.

El botón “Búsqueda por Código de Pcto” permite mediante un combo box encontrar el carácter alfanumérico del insumo o material de la unidad productiva, determinar los reportes de entradas y salidas del producto, saldo, marcas consumidas o compradas, etc. La ventana de usuario se detalla en la figura 16.

Figura 16. Interfaz del botón “Búsqueda por Código de Pcto.”

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los botones “Guardar Gestor de Inventarios”, “Salir Gestor Inventarios”, tienen las funciones lógicas de “Guardar” y “Salir”, con el condicionante que los dos botones internamente guardan la información, es decir, el botón salir antes de ejecutar la sentencia “Exit” aplica la sentencia “Save”, para generar mayor seguridad. Además de ello, al pulsar sobre la “X” de cerrar en la parte superior derecha de la ventana, el algoritmo también ejecuta la sentencia guardar. Ver la figura 17.



Figura 17. Botones “Guardar y Salir” del Gestor de Inventarios.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede evidenciar el software desarrollado “gestor de inventarios” será una herramienta muy útil para las necesidades del centro de formación, debido a que garantiza mejoras en la eficiencia de la administración de los recursos, así como también en los movimientos del stock en coherencia con lo enunciado por (Alcívar Dick, 2018).

4. CONCLUSIONES.

El trabajo de programación y toma de inventarios permitió desplegar la herramienta ofimática a las actividades de control de la producción, programación de actividades de procesamiento, cálculo de costos, y administración de desempeño simulando procesos industriales. Introduce a los aprendices que no tienen una formación informática, a los lenguajes de programación básicos como lo es el VBA, interpretación de algoritmos, y bases matemáticas que inspiren a los integrantes de la investigación, a desarrollar aplicaciones, analizar datos con conceptos de machine learning, IA, en un abrebocas de cara a la 4 revolución.

Este desarrollo permite a los aprendices de diferentes áreas, utilizar la herramienta ofimática como estrategia pedagógica dentro de la competencia correspondiente, dando un complemento y sentido práctico a la formación, contribuyendo a la organización y administración de los procesos de inventarios.

Por consiguiente, la utilización y posterior alimentación del programa, permitirá que los procesos de planeación, solicitud, costos control de los talleres sea rápido, eficiente y económico, ya que dispone de información actualizada, fácil de manejar y organizada para la toma de decisiones y solicitudes de compras para el centro.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alcívar Dick, F. A. (2018). Diseño de una herramienta de productividad: sistema de inventario y facturación para microempresas y pequeñas empresas. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial.
- Amelot, M. (2016). VBA Excel 2016. México: Ediciones ENI.
- Betancur, N. P. (2016). EL SENA a la vanguardia de la cuarta revolución industrial. Revista Finnova: Investigacion E Innovacion Financiera Y Organizacional, 2(4).
- Curtis, D. (2010). Excel Step by Step. Michigan: Microsoft.
- Congreso de Colombia. (Julio 16 de 2007) Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la ley 80 de 1993. [Ley 1150 de 2007]. DO: 46.691
- Dean, J., & Ghemawat, S. (2008). MapReduce: simplified data processing on large clusters. Communications of the ACM, 51(1), 107-113.



Centro para el Desarrollo
Agroecológico y Agroindustrial

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación