

Volumen 1 de 2019

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



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

<http://revistas.sena.edu.co/>

Copyright

La publicación de los artículos en la Revista GIPAMA es responsabilidad de los autores, los artículos publicados en medio impreso y electrónico están autorizados por los autores mediante cesión de derechos de autor.

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

Emilio Eliecer Navia Zúñiga

Coordinador Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica

Jacqueline Rojas Solano

Directora Regional SENA Atlántico

Jhon Derlyng Cardona Delgado

Subdirector del Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial

Robinson Antonio Niebles Orozco

Coordinador Académico 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
Msc Gerencia de Proyectos de Investigacion Y Desarrollo

Enedys Flórez Cortes

Instructor Del Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial
Msc Gerencia de Proyectos de Investigacion Y Desarrollo

Yaceris Mercedes Castro Escorcía

Instructor Del Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial
Msc Gerencia de Proyectos de Investigacion Y Desarrollo

Jaime Andrés Morales Saavedra

Gestor Editorial Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica

TABLA DE CONTENIDO



IMPLEMENTACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA LA ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO COMPOSTADO EN EL CENTRO BIOTECNOLÓGICO DEL CARIBE.....	5
ELABORACIÓN DE EMBUTIDO CÁRNICO “SALCHICHÓN” CON HARINA DE AHUYAMA (CUCÚRBITA MÁXIMA L) COMO AGENTE AGLUTINANTE.....	11
EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN UN CULTIVO DE LECHUGA BAJO UN SISTEMA HIDROPÓNICO EN EL MUNICIPIO DE PASTO COMO ALTERNATIVA PRODUCTIVA PARA LA REGIÓN	17
EVALUACIÓN DE VERMICOMPOST CON DIFERENTES SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA CON LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA	28
ELABORACION DE UN HELADO DE NIEVE A PARTIR DE YACÓN (SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS)	36
AGLOMERADO DE CASCARILLA DE ARROZ Y HDPE, PARA ELABORACIÓN DE MOBILIARIO EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL	48
EDUCACIÓN FINANCIERA QUE CAMBIA VIDAS DESDE EL COLEGIO	56
ALTERNATIVA AGROINDUSTRIAL DE COMERCIALIZACIÓN PARA EL ÑAME (DIOSCOREA ALATA. L.) PRODUCIDO EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	65
ESTUDIO DE LA DEGRADACIÓN DE EFLUENTES DE LOS PROCESOS DE TEÑIDO CON COLORANTES DIRECTOS EMPLEANDO MÉTODOS BIOTECNOLÓGICOS	72
DISEÑO, ANÁLISIS SENSORIAL Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE UN DIP DE BERENJENA AHUMADA (SOLANUM MELONGENA L.)	82
EVALUACIÓN SENSORIAL DE UN QUESO RICOTA CON ADICIÓN DE COCO EN ALMÍBAR Y EXTRACTO DE COCO (COCOS NUCIFERA L)	89
ELABORACIÓN Y ANÁLISIS SENSORIAL DE UNA SALSA TIPO CHUTNEY A BASE DE MANGO (MANGUIFERA INDICA L.) DE VARIEDAD MANZANO	97
BEBIDA ISOTONICA ELABORADA CON PULPA DE SANDIA	104
PRODUCTOS INNOVADORES A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DE LODOS DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS COMO MATERIA PRIMA	114
ESTADARIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ISOTÓNICA CON ADICION DE PULPA DE CARAMBOLO (AVERRHOA CARAMBOLA)	123
DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE BIOMETANO DE RESIDUOS URBANOS DOMÉSTICOS COMO UNA ALTERNATIVA ENERGÉTICA	133

CARACTERÍSTICAS POSCOSECHA DE LA AUYAMA (CUCURBITA MÁXIMA) Y DESARROLLO DE SNACKS	140
ELABORACIÓN DE UN HELADO ARTESANAL A BASE DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA) Y EXTRACTO DE SOYA (GLYCINE MAX) CON BAJO CONTENIDO CALÓRICO	151
ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN UN RELLENO SANITARIO CON Y SIN GENERACIÓN DE ENERGÍA EN CIUDADES DE MEDIO PORTE	160
APROVECHAMIENTO DE LACTOSUERO PARA LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO Y POSIBLES APLICACIONES	169
CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y FITOQUÍMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS DE UN NÉCTAR HIPOCALÓRICO A BASE DE MARAÑÓN (ANACARDIUM OCCIDENTALE L.)	179
EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE PASTOREO UTILIZANDO FERTILIZACION QUIMICA Y ORGANICA CON ROTACIONES DE UN DÍA.....	188
OBTENCION DE UNA MEZCLA DE HARINAS PANIFICABLE A PARTIR DE TUBÉRCULOS YUCA (ARIZONA) Y ÑAME (DIOSCÓREA ALTA) CULTIVADOS EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO	195
ECOLOGÍA DE AVES ASOCIADAS A ECOSISTEMAS DE HUMEDAL EN EL MUNICIPIO DE PUERTO ASÍS, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	203
PERFIL SENSORIAL DE UNA GALLETA A BASE DE HARINA DE QUINUA ENRIQUECIDA CON OMEGA 3	214
CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE TRES CORTES DE CARNERO Y SU POTENCIAL AGROINDUSTRIAL	227
ELABORACIÓN DE UN SIROPE A PARTIR DEL YACON (SMALLANTUS SONCHIFOLIUS) COMO ALTERNATIVA DE ENDULZANTE NATURAL.....	233



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

Implementación de microorganismos eficientes para la elaboración de abono orgánico compostado en el Centro Biotecnológico del Caribe

Marco Antonio Perales Molina¹

Iván José López Salas²

Gloycar Johana López Jiménez³

Daniel Felipe Vanegas Cerpa⁴

RESUMEN

La elaboración de abono orgánico es una estrategia agroecológica que presenta una alternativa sustentable para el uso y aprovechamiento de los residuos generados en las actividades agropecuarias. La implementación de microorganismos eficientes para la producción de abono orgánico compostado de alta calidad en el Centro Biotecnológico del Caribe, busca aportar al fortalecimiento de la investigación, la formación de calidad, el emprendimiento e impacto en el sector productivo agropecuario, incluyendo como estrategia la extensión social incluyente de reincorporados ubicados en el espacio territorial de capacitación y reincorporación ETCR en Tierra Grata, corregimiento de San José de Oriente en el departamento del Cesar; con el objetivo de contribuir a su reinserción social y productiva según lo enmarca las políticas institucionales y del postconflicto. Para realizar esta investigación se adecuarán las instalaciones (Compostera) con las especificaciones técnicas y la capacidad instalada necesaria para contar con un ambiente controlado que permita la producción de un abono orgánico compostado de alta calidad, se reproducirán y adaptarán microorganismos eficientes para posteriormente inocularlos a las pilas de compostaje; se implementarán diferentes técnicas de compostaje y se evaluará su comportamiento a través de bioensayos; finalmente se realizará la caracterización al producto final según lo establecido en la normatividad legal vigente. Una vez estandarizado el proceso se capacitarán a los reincorporados ubicados en el ETCR en la producción de Abono orgánico de alta calidad y se implementarán los mecanismos de transferencia de conocimiento y extensión para la comunidad académica y científica. Palabras clave: Algoritmos de planificación, impresión 3D, núcleo, simulación, Sistemas de tiempo real.

Palabras Clave: Compostaje, microorganismos eficientes, reincorporados.

ABSTRACT

The elaboration of organic fertilizer is an agroecological strategy that presents a sustainable alternative for the use and exploitation of the waste generated in agricultural activities. The implementation of efficient microorganisms for the production of high quality composted organic fertilizer at the Centro Biotecnológico del Caribe, seeks to contribute to the strengthening of research, quality training, entrepreneurship and impact on the agricultural and livestock production sector, including as a strategy the extension social inclusion of reincorporated people located in the territorial space of training and reincorporation ETCR in Tierra Grata, corregimiento of San José de Oriente in the department of Cesar; with the objective of contributing to its social and productive reintegration as it is framed by institutional and post-conflict policies. In order to carry out this research, the facilities (Compostera) will be adapted with the technical specifications and the installed capacity necessary to have a controlled environment that allows the production of a high quality composted organic fertilizer, efficient microorganisms will be reproduced to subsequently inoculate them

¹ Ingeniería Ambiental y Sanitaria.Especialización Tecnológica en Producción y Consumo Sostenible, "Grupo de Investigación del Centro Biotecnológico del Caribe. BIOTEC, Semillero de Investigación en Producción y Consumo Sostenible, comar864@gmail.com

² Ingeniería Ambiental y Sanitaria.Especialización Tecnológica en Producción y Consumo Sostenible, "Grupo de Investigación del Centro Biotecnológico del Caribe. BIOTEC, Semillero de Investigación en Producción y Consumo Sostenible, ijoselopez@unicesar.edu.co

³ Ingeniería Ambiental y Sanitaria.Especialización Tecnológica en Producción y Consumo Sostenible, "Grupo de Investigación del Centro Biotecnológico del Caribe. BIOTEC, Semillero de Investigación en Producción y Consumo Sostenible, ijoselopez@unicesar.edu.co

⁴ Tecnólogo Ambiental, "Grupo de Investigación del Centro Biotecnológico del Caribe. BIOTEC, Semillero de Investigación en Producción y Consumo Sostenible, danielfelipe0597@hotmail.com

to the piles of composting; different composting techniques will be implemented and their behavior will be evaluated through bioassays; Finally, the characterization of the final product will be carried out according to what is established in the current legal regulations. Once the process has been standardized, the reincorporates located in the ETCR will be trained in the production of high quality organic fertilizer and the mechanisms of appropriation of knowledge and extension for the academic and scientific community will be implemented. Keywords: Planning algorithms, 3D print, core, simulation, real-time systems.

Key Words: Composting, efficient microorganisms, reincorporated.

I. INTRODUCCIÓN

La cantidad de Residuos Sólidos generados diariamente en Colombia es de aproximadamente 30.886 toneladas, de los cuales el 52,3% es orgánico (16.153 toneladas) [1] (Valderrama, 2013). En el sector agropecuario, los residuos orgánicos se han vuelto un problema para las producciones por el alto nivel de contaminación, siendo los más importantes los de ganadería y los desechos de cultivo [2] (Nieto, 2002). Según cifras que emitió el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, los departamentos de la Región Caribe tienen una gran extensión del territorio destinado para la producción agrícola y ganadera, los porcentajes de áreas destinadas para estas actividades agropecuarias en todos los departamentos de la región superan el 60%. El departamento del Cesar destina un 77% de su territorio lo que corresponde a 1.731.630 hectáreas. La creciente preocupación ambiental por encontrar nuevas prácticas que mejoren la manera de disponer los residuos agropecuarios ha puesto al compostaje como una forma práctica de aprovechar dichos residuos, lo que sugiere incrementar las políticas y esfuerzos orientados a la experimentación e investigación de dicho proceso. Probablemente haya poco por descubrir sobre los fundamentos biológicos del proceso y la interacción con las condiciones fisicoquímicas, pero queda mucho por investigar respecto al rendimiento, beneficio y efectos del uso de abonos orgánicos

sobre el suelo. Además, la manera correcta de reciclar determinados residuos [3] (Oviedo et al., 2012). En el departamento del Cesar la Agricultura se ha caracterizado como uno de los sectores productivos más importantes y una de las actividades más representativas para el Centro Biotecnológico del Caribe a fin de diseñar, promover y ejecutar programas de Formación Profesional Integral para sectores desprotegidos de la población. En dicho centro existen programas de formación agrícola y ambiental donde se debe garantizar que la formación técnica de los aprendices sea de calidad, pertinente y que genere impacto en los sectores productivos representativos a nivel local como lo es la agricultura. La investigación en materia de técnicas y producción de abono orgánico es una de las principales competencias en las que se debe formar a los aprendices, ya que estos conocimientos le proporcionarán las habilidades para obtener este insumo primordial para el desarrollo sostenible de la actividad agrícola en nuestro departamento. Por lo cual, es indispensable contar con una infraestructura que permita fundamentar de manera práctica e investigativa a los aprendices de las líneas de formación agrícola y ambiental en técnicas para la producción de abono orgánico compostado de alta calidad. El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) será fundamental en la reinserción de reincorporados en el Postconflicto, expresó la dirección general del SENA, durante su exposición en la Comisión

Tercera de la Cámara de Representantes, en el debate del Plan Nacional de Desarrollo para los años venideros, dicha dirección, sostuvo que la entidad trabaja en los objetivos propuestos para hacer del país, en 2025, líder continental en materia de formación, se enfatizó en el papel trascendental que jugará la institución en el posconflicto, pues los reincorporados en la sociedad tendrán las puertas abiertas para capacitarse y cambiar su estilo de vida.

II. METODOLOGÍA

A. Adecuación de las instalaciones:

Se construirá y adecuarán las instalaciones (Compostera) con las especificaciones técnicas y la capacidad instalada necesaria para contar con un ambiente controlado que permita la producción de un abono orgánico compostado de alta calidad.

B. Reproducción de microorganismos:

Se reproducirán microorganismos eficientes para posteriormente inocularlos a las pilas de compostaje con la finalidad de mejorar sus cualidades, acelerar la descomposición de la materia orgánica e inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos.

C. Ensayos a escala piloto:

En esta etapa se implementarán diferentes técnicas de compostaje y se evaluará su comportamiento a través de bioensayos.

D. Caracterización de abono orgánico obtenido:

Se realizará la caracterización físico-química (Carbono(C), Nitrógeno(N), Fosforo(P), Potasio (K), nutrientes menores y microbiológicas (mesófilos, termófilos, actinomicetos, mohos,

levaduras, presencia de patógenos) al producto final según lo establecido por la NTC 5167 Productos orgánicos usados como abonos, fertilizantes o enmiendas de suelo [4].

E. Talleres de capacitación y socialización de los resultados:

En esta etapa se capacitarán a los reincorporados ubicados en la zona veredal para la paz en el municipio de la Paz Cesar en la producción de Abono orgánico de alta calidad y se implementarán los mecanismos de apropiación de conocimiento y extensión para la comunidad académica y científica.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con la presente investigación se espera obtener como resultado un abono orgánico compostado con características idóneas para ser denominado como de alta calidad, a su vez se espera generar productos como una compostera adecuada según las especificaciones técnicas para la elaboración de abono orgánico, ensayar diferentes técnicas para elaborar abono orgánico de calidad mediante la implementación de microorganismos eficientes, el aislamiento, reproducción y la disponibilidad de cepas viables de microorganismos eficientes necesarios para el proceso de compostado como son bacterias ácido lácticas, bacterias fototróficas, levaduras, hongos benéficos (*Trichoderma ssp*), finalmente la obtención de abono orgánico de calidad, la determinación de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del abono orgánico compostado obtenido según lo establecido en la Norma Técnica Colombiana 5167: Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo.

El desarrollo de este proyecto le apunta a una estrategia de formación de reincorporados que se encuentran el ETCR ubicado en tierra grata, corregimiento de San José de Oriente en el municipio de la Paz Cesar orientado a su reinserción a la sociedad y a la tecnificación del sector productivo de la región mediante avances biotecnológicos que generen un alto impacto, de igual manera contribuye con los procesos de aprendizaje descritos en los Proyectos Formativos de distintas áreas, tanto para aprendices que están en proceso de formación como aquellos que se encuentran en etapa practica o productiva; incentivándolos a la cultura de emprendimiento y mejorando sus capacidades para generar nuevas ideas al sector Agropecuario del departamento del Cesar y Colombia.

IV. CONCLUSIONES

Aunque se han adelantado algunos estudios dentro de esta área temática para la elaboración de abono orgánico compostado, es mucho lo que falta en investigaciones que ilustren las interacciones ecológicas y ecosistémicas en la complejidad de este proceso biológico de biodegradación de la materia orgánica, así como propuestas para optimizar la eficiencia de este proceso y controlar y comprender los efectos de los factores ambientales, reproductivos, nutricionales y su importancia como elementos constitutivos de este tipo sistemas ambientales.

Con esta investigación se contribuye adelantando técnicas de adaptación, reproducción y aislamiento de microorganismos eficientes a partir de muestras de compost y de suelo y se estudian experimentalmente el dinamismo e intercambio de materia y energía, enfatizando

en la comprensión de los procesos de relación entre los microorganismos, sustrato y las condiciones ambientales, así como su eficacia y capacidad de adaptación y degradación de la materia orgánica bajo condiciones controladas persiguiendo un producto final de alta calidad que es puesto a prueba mediante bioensayos pilotos que buscan destinar efectivamente enmienda a los suelos según sus características específicas y requerimientos nutricionales de los tipos de plantas y más aún del tipo de ecosistema agrícola que se desee establecer.

V. REFERENCIAS.

- Valderrama, A. Biodegradación de residuos sólidos agropecuarios y uso del bioabono como acondicionador del suelo. Escuela de Ingenierías. UPB. Medellín. Colombia. 2013.
- Nieto, A. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum Annuum* L.) en zonas áridas. México, 2002, p. 417- 421.
- Oviedo, R., Marmolejo, L., y Torres, P. Perspectivas de aplicación del compostaje de biorresiduos provenientes de residuos sólidos municipales. Universidad de Medellín. Colombia. 2012, P 67 – 76.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5167. Productos para la industria agrícola productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. Bogotá D. C. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). 2004.

Elaboración de embutido cárnico “Salchichón” con harina de ahuyama (Cucúrbita Máxima L) como agente aglutinante

Orlando Bautista A.¹

Yenni Mindreth Caviedez²

RESUMEN

La investigación fue basada en evaluar la aplicación de la harina del fruto de la ahuyama en la sustitución parcial de la harina de trigo utilizada en productos cárnicos comerciales, más específicamente en un salchichón tipo cocido comercial. Además de evaluar los parámetros sensoriales que la harina de ahuyama generaba en las personas que consumen normalmente salchichón. Los resultados fueron satisfactorios porque se pudo conocer una respuesta afectiva de los consumidores habituales del salchichón hacia los tratamientos planteados; la intención fue sustituir parcialmente la harina de trigo por una harina de ahuyama en tres diferentes concentraciones de esta última en salchichón. Para la mayoría de los evaluadores o consumidores el salchichón tuvo una aceptación de que le agradaba mucho aproximada del 64% en cuanto al sabor para los tratamientos T2-878 y T3-500; para el resto de los parámetros sensoriales los valores estuvieron más repartidos entre sí. Llegando a la conclusión de que la harina obtenida del fruto de la ahuyama es una materia prima que se puede utilizar como sustituto de la harina de trigo tradicional, y que además se puede llegar a mejorar la obtención y aplicación en otros productos cárnicos que utilicen mayor cantidad de especias, para así enmascarar el olor y sabor que muchas personas no les agrada del fruto de la ahuyama.

Palabras Clave: Ahuyama, Cárnicos, Cucúrbita máxima l, harina, salchichón.

ABSTRACT

The investigation was based on evaluating the application of the flour of the fruit of the pumpkin in the partial substitution of the flour of wheat used in commercial meat products, more specifically in a commercial type cooked sausage. In addition to evaluating the sensory parameters that the pumpkin flour generated in people who normally eat sausage. The results were satisfactory because it was possible to know an effective response of the habitual consumers of the sausage towards the proposed treatments; the intention was to partially replace the wheat flour with a smoke meal in three different concentrations of the latter in sausage. For most evaluators or consumers the sausage had an acceptance that it liked very much about 64% in terms of the taste for the treatments T2-878 and T3-500; for the rest of the sensory parameters the values were more distributed among themselves. Concluding that the flour obtained from the fruit of the smoke is a raw material that can be used as a substitute for traditional wheat flour, and that it can also be improved to obtain and apply in other meat products that use more amount of spices, to mask the smell and taste that many people do not like the fruit of the smoke.

Key Words: Pumpkin, meat, Cucúrbita máxima l, flour, sausage.

¹ Docente Investigador de la Universidad Popular del Cesar Seccional Aguachica, MS© Ciencia Tecnologia de Pamplona, Grupo de Investigación GIPTA, inagro.orlando@gmail.com

² Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Popular del Cesar Seccional Aguachica, Grupo de Investigación GIP-TA, ymcaviedes@unicesar.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

La industria de embutidos cárnicos requiere una opción diferente a la harina de trigo tradicional con funcionalidad adecuada para producir diferentes productos. Las características reológicas del embutido cárnico dependerán de la parte fisicoquímicas de la harina ahuyama y de las variedades seleccionadas.

Según las previsiones más recientes, las existencias mundiales de cereales en 2013 se situarán en un 5 % menos que el año anterior. De acuerdo con los pronósticos actuales, la relación entre las existencias y la utilización de cereales a escala mundial se situará en el 20,5 %, esto es, 2 puntos porcentuales menos que en 2011/12 y solo 1,7 puntos porcentuales por encima de su nivel más bajo jamás, registrado en 2007/08, del 18,8 %. Se prevé que las reservas mundiales de trigo disminuyan hasta en un 11 % menos, se debe principalmente a la disminución prevista de las existencias en China y la India, que contrarrestará con creces el leve incremento registrado en los Estados Unidos.

El acusado descenso respecto de la campaña anterior responde principalmente a la reducción de las existencias en los países de la Comunidad de Estados Independientes (CEI) debido a unas cosechas decepcionantes, en China a causa del fuerte uso interno, en la UE como consecuencia de una disminución de la producción y en los Estados Unidos a raíz de un aumento del uso de piensos en el país.

II. MATERIALES Y MÉTODOS.

El tipo de investigación que se empleara en este proyecto es de carácter experimental con

enfoque descriptivo, el cual permitirá realizar el proceso de obtención de la harina y elaboración del embutido cárnico, controlando las variables que puedan intervenir en el proceso de elaboración del producto; efectuando el respectivo análisis de las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales; en la búsqueda de adquirir un producto final que cumpla con los estándares de calidad e inocuidad para consumo humano de acuerdo con la normatividad colombiana vigente.

Para la obtención del producto se plantearán formulaciones, debido a esto, para obtener mayor precisión y franqueza en la comparación de los tratamientos se aplicará un diseño completamente al azar que constará de tres tratamientos y cuatro repeticiones, en el cual se presentará una variación en sus componentes como lo son el porcentaje de harina de ahuyama, harina de plátano hartón y proteína de soya. Además, se realizará una variación de humedad en cada repetición, que serán comparados en términos de calidad y fisicoquímicamente con un testigo (Bienestarina) teniendo en cuenta la normatividad vigente acerca de los parámetros seguros de cada materia prima como lo son la NTC 267, NTC 2799 Y CODEX STAN 175-1989, con el fin de evaluar el efecto de una harina alimenticia compuesta.

Los cereales aportan gran variedad de nutrientes necesarios para el desarrollo de los organismos; además de funciones especiales en la elaboración de embutidos cárnicos por su efecto ligante, retención de agua. Sin embargo, se hace necesario evaluar las características fisicoquímicas y funcionales de la harina de ahuyama (cucúrbita máxima l), determinando el porcentaje necesario para igualar la funcionalidad de la harina de trigo.

Por tal motivo; la obtención de la harina de ahuyama es fundamental en el desarrollo de la investigación; además, para el alcance de los objetivos plantados el acondicionamiento del fruto de la ahuyama, los materiales y métodos se hace esencial.

En el secado de la pulpa de la ahuyama el método debe ser preciso para garantizar las características fisicoquímicas de la harina y obtener la funcionalidad máxima contempladas en la NTC 267; dentro de las cuales encontramos características específicas para la harina, como la determinación del contenido de humedad normalizada por la NTC 529.

Una vez obtenido los resultados de la valoración de las características fisicoquímicas de la harina procedemos a características funcionales las cuales nos brinda un amplio campo de aplicación en diferentes escenarios de la industria alimentaria; en la industria de embutidos cárnicos nos interesa y conviene la capacidad de absorción de agua que se encuentra en promedio de 4,74g/g, además de la proteína disponible de 7,21 g/100 g (Gladiana Praderes et al, 2010) favorece a la viscosidad de la emulsión cárnica mejorando su textura.

En la elaboración de embutidos cárnicos, los gustos y demandas socioeconómicas de los consumidores están en constante cambio, deseando productos más naturales y económicos por lo cual es necesario para el desarrollo de la investigación realizar la elaboración del embutido cárnico tipo cocido “salchichón” con la harina de ahuyama (cucúrbita máxima I) obtenida en las instalaciones de la universidad. Para la elaboración del salchichón es indispensable tener en cuenta los aditivos e

insumos normalizados de acuerdo a la NTC 1325, estos serán adicionados a la mezcla de carne (res, cerdo, pollo, equino, entre otras), grasa de cerdo, aislado de soya y agua helada o hilo según la formulación y parámetros legales.

Tabla 1.

Porcentaje de harina en los tratamientos.

TRATAMIENTOS	Harina de Ahuyama	Harina de Trigo
T1- 465	70%	30%
T2- 878	50%	50%
T3- 500	30%	70%
T- Testigo	Salchichón Comercial	

FUENTE: Autores

A. Población:

La población para efectuar la investigación experimental será de 20.000 kg de Ahuyama (cucúrbita máxima). que concierne a la población mensual que importa el mercado municipal de Aguachica – Cesar, información obtenida a través de administrador del mercado municipal.

B. Muestra:

El tamaño de la muestra será determinado por la cantidad necesaria de ahuyama (cucúrbita máxima), en la obtención de las harinas para la elaboración de cada uno de los tratamientos trazados en el diseño experimental, con el fin de evaluar las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del producto final.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

En la industria cárnica se utilizan agentes aglutinantes que provienen de diferentes productos primarios (maíz, yuca, papa, trigo,

entre otros); Con la elaboración de este proyecto de investigación se espera obtener una materia prima seca para las industrias cárnicas diferentes y con mejores características que la utilizada tradicionalmente. Sin embargo, se espera que los resultados arrojen datos favorables que ayuden a solventar las necesidades de los productores de embutidos cárnicos tanto en la parte económica de las empresas, como en la parte social del país en la creación de nuevas alternativas de producción, transformación y comercialización de productos de origen primarios como lo es el fruto de la ahuyama.

La evaluación sensorial del producto cárnico se realizó una prueba de aceptación de los diferentes parámetros como la apariencia, sabor, olor y textura; con los estudiantes del programa de ingeniería agroindustrial de la Universidad Popular del Cesar, Seccional Aguachica. Además, se les pidió que escogieran entre los tres tratamientos cual era el más parecido al salchichón comercial presentado en la prueba. La prueba sensorial de los tratamientos dejo en consecuencia que la gran mayoría de los encuestados tuvieron una gran aceptación del T3-500 y además de ser el tratamiento más parecido al testigo (salchichón comercial).

En la evaluación del parámetro de la apariencia en el T1-465 arrojó un promedio en la escala valorativa de 3 (Es indiferente), para el T2-878 el promedio en la escala valorativa fue de 4 (Agrada ligeramente) y para el T3-500 arrojó un promedio en la escala valorativa de 5 (Agrada mucho). Sin embargo, cada uno de los tratamientos obtuvo porcentajes diferentes en el parámetro de la apariencia, el T1-465 el 45% de los encuestados dijo que le agradaba ligeramente, el 27% dijo que era indiferente y

el otro 27% dijo que le desagrada ligeramente. Para el T2-878 el 64% de los encuestados dijo que le agradaba ligeramente y el 36% dijo que le agradaba mucho. Para el T3-500 el 73% dijo que le agradaba mucho y el 27% que le agradaba ligeramente; como se muestra en la Tabla # 2.

Tabla 2.

Resultados de la evaluación sensorial de la apariencia.

PARÁMETROS APARIENCIA			
	T1 465	T2 878	T3 500
PROMEDIO	3	4	5
ESCALA VALORATIVA			
DESAGRADA MUCHO	0%	0%	0%
DESAGRADA LIGERAMENTE	27%	0%	0%
ES INDIFERENTE	27%	0%	0%
AGRADA LIGERAMENTE	45%	64%	27%
AGRADA MUCHO	0%	36%	73%

Fuente: Autores

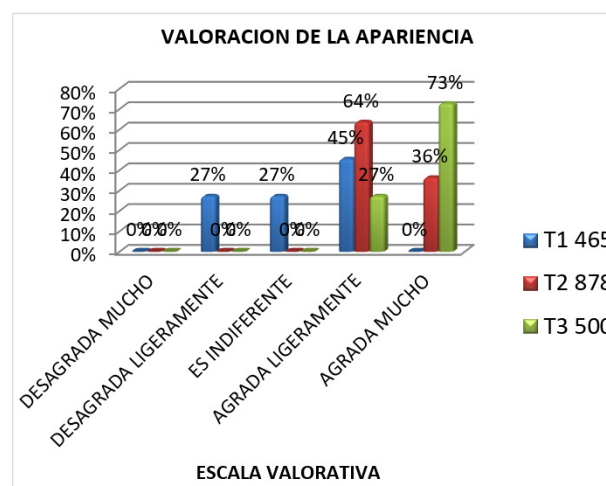


Figura 1: Valoración de la apariencia de los tratamientos.

Fuente: Autores

En la evaluación del parámetro del sabor en el T1-465 arrojó un promedio en la escala valorativa de 3 (Es indiferente), mientras que el T2-878 y el T3-500 arrojó un promedio en la escala valorativa de 5 (Agradaba mucho) para ambas. Para cada uno de los tratamientos en cuanto al parámetro del sabor, los porcentajes de aceptación fueron diferentes, el T1-465 el 36% de los encuestados dijo que le es indiferente, el 27% dijo que le desagrada mucho, general este tratamiento no gusto en lo particular. Para el T2-878 el 64% de los encuestados dijo que le agradaba mucho y el 27% dijo que le agradaba ligeramente. Para el T3-500 el 64% dijo que le agradaba mucho y el 36% que le agradaba ligeramente; como se muestra en la Tabla # 3.

Tabla 3.

Resultados de la evaluación sensorial del sabor.

PARÁMETROS SABOR			
	T1 465	T2 878	T3 500
PROMEDIO	3	5	5
ESCALA VALORATIVA			
DESAGRADA MUCHO	27%	0%	0%
DESAGRADA LIGERAMENTE	18%	0%	0%
ES INDIFERENTE	36%	9%	0%
AGRADA LIGERAMENTE	9%	27%	36%
AGRADA MUCHO	9%	64%	64%

Fuente: Autores

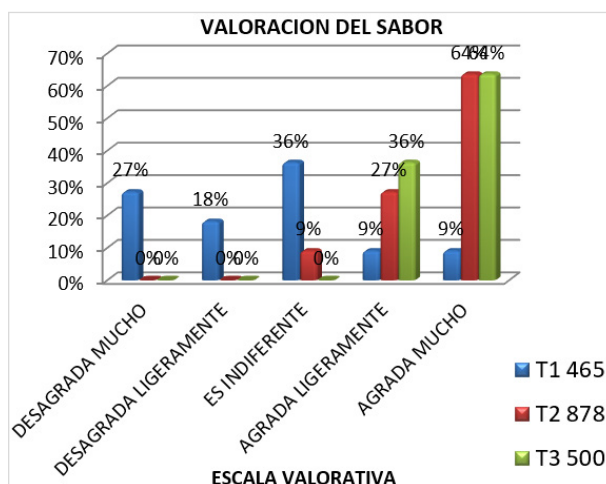


Figura 2: Valoración del sabor en los tratamientos.

FUENTE: Autores

En la evaluación del parámetro del olor, en el T1-465 el promedio en la escala valorativa de 3 (Es indiferente), para el T2-878 el promedio en la escala valorativa fue de 4 (Agradaba ligeramente) y en cuanto al T3-500 arrojó un promedio en la escala valorativa de 5 (Agradaba mucho). Para cada uno de los tratamientos en cuanto al parámetro del olor, los porcentajes de aceptación fueron diferentes, el T1-465 el 27% de los encuestados dijo que le es indiferente, otro 27% dijo que le agradaba ligeramente. Para el T2-878 el 45% de los encuestados dijo que le agradaba mucho y el 45% dijo que le agradaba ligeramente. Para el T3-500 el 55% dijo que le agradaba mucho y el 45% que le agradaba ligeramente; como se muestra en la Tabla # 4.

Tabla 4.
Resultados de la evaluación sensorial del olor.

PARÁMETROS OLOR			
	T1 465	T2 878	T3 500
PROMEDIO	3	4	5
ESCALA VALORATIVA			
DESAGRADA MUCHO	18%	0%	0%
DESAGRADA LIGERAMENTE	18%	0%	0%
ES INDIFERENTE	27%	9%	0%
AGRADA LIGERAMENTE	27%	45%	45%
AGRADA MUCHO	9%	45%	55%

Fuente: Autores

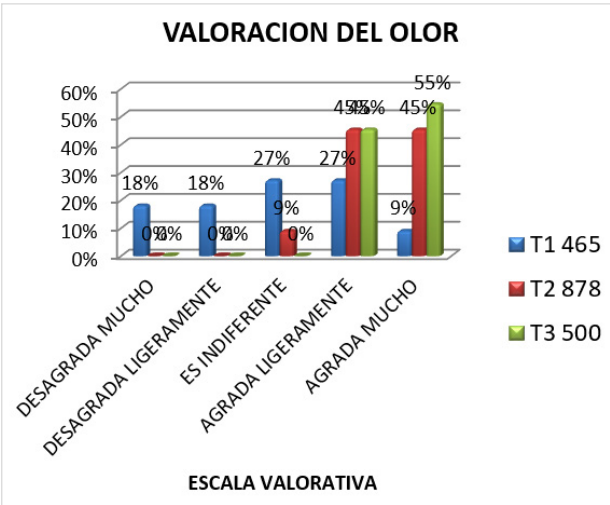


Figura 3: Valoración del olor en los tratamientos.
FUENTE: Autores

En la evaluación del parámetro de la textura, en el T1-465 el promedio en la escala valorativa de 3 (Es indiferente); para los T2-878 y T3-500 el promedio en la escala valorativa fue de 4 (Agrada ligeramente) respetivamente. Frente a cada uno de los tratamientos en cuanto al parámetro de la textura, los porcentajes de aceptación en el T1-465 el 27% le desagradaba ligeramente, 27% Es

indiferente, otro 27% que le agradaba ligeramente. En cuanto el T2-878 el 45% de los encuestados dijo que le agradaba mucho y el 45% dijo que le agradaba ligeramente. Para el T3-500 el 45% dijo que le agradaba mucho y el 45% que le agradaba ligeramente; como se muestra en la Tabla # 5.

Tabla 5.
Resultados de la evaluación sensorial de la textura.

PARÁMETROS TEXTURA			
	T1 465	T2 878	T3 500
PROMEDIO	3	4	4
ESCALA VALORATIVA			
DESAGRADA MUCHO	18%	0%	0%
DESAGRADA LIGERAMENTE	27%	0%	0%
ES INDIFERENTE	27%	0%	9%
AGRADA LIGERAMENTE	27%	55%	45%
AGRADA MUCHO	0%	45%	45%

Fuente: Autores

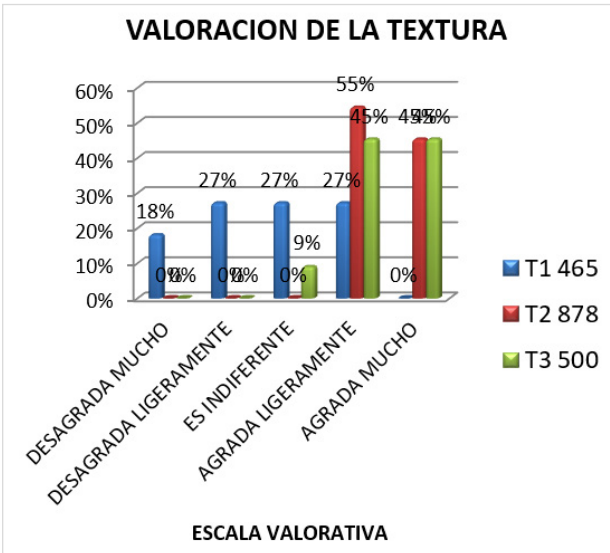


Figura 4: Valoración de la textura en los tratamientos.
FUENTE: Autores

Con la evaluación de los análisis fisicoquímicos de los tratamientos se puede establecer la variación de los parámetros por la sustitución parcial de la harina trigo por harina de ahuyama, entre los más representativos tenemos el aumento del porcentaje de carbohidratos y mejora la retención de agua en los embutidos cárnicos. Sin embargo, el tratamiento que arrojó resultado más balanceado fue el T2-878 ya que tiene mejores características en cuanto al porcentaje de proteína, carbohidratos y valor calórico que los otros dos tratamientos; además de una mayor cantidad de ceniza y menor cantidad de grasa presentes en el salchichón. Como se muestra en la figura 5.

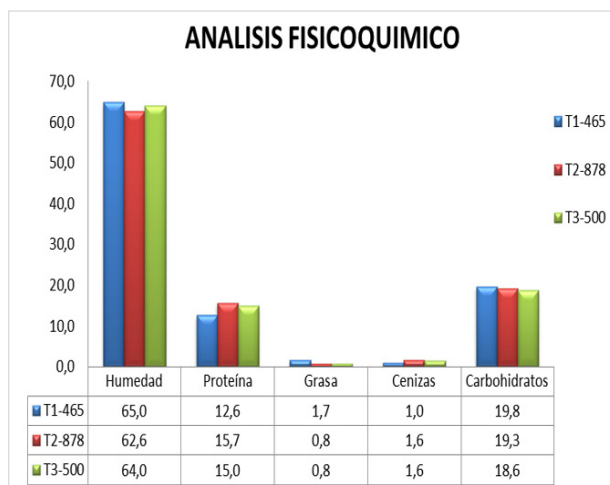


Figura 5: Análisis fisicoquímico de los tratamientos.
FUENTE: Autores

IV. CONCLUSIONES

Del desarrollo de la investigación se puede concluir que la harina obtenida del fruto de la ahuyama logra sustituir en gran medida las características de la harina de trigo tradicional, ya que alcanza valores similares en los parámetros fisicoquímicos en el salchichón. Sin embargo, se debe mejorar la aceptabilidad del sabor y olor del fruto de la ahuyama presente en

el salchichón, al igual que el color presente en el embutido.

Esta investigación deja como conclusión que en otros productos en el cual se utilicen más especias se pueda camuflar mejor el olor y sabor de la harina obtenida del fruto de la ahuyama; sería interesante la aplicación de la harina en embutidos cárnicos crudos o cocidos como en los diferentes tipos de chorizo y carne para hamburguesa.

V. REFERENCIAS

- DG, S., Yoo, S.-H., Hurst, P., & Jane, J. (2005). CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y FISICOQUIMICAS DE CALABAZA (CUCURBITA MAXIMA D) ALMIDONES FRUTA DURANTE LA COSECHA. CARBOHYDRATE POLIMERS, 153-163.
- Dorantes, L., Aparicio, G., & Ramirez, A. (2011). Improving water swolubility of natural antibacterials to inhibit important bacteria in meat products. *Procedia food science*, 173-177.
- Gladiana Praderes*, Auris García y Emperatriz Pacheco† Laboratorio de Bioquímica de Alimentos del Instituto de Química y Tecnología, de la Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101. Aragua. Venezuela
- HADNA-ÆEV,T.D., TORBICA,A., and HADNA-ÆEV,M. (2011). Rheological properties of wheat flour substitutes/alternative crops assessed by Mixolab. *Procedia Food Science* 1, 328-334.Ref Type: Journal
- Humedad isothermas de adsorción de guar (Cyamopsis tetragonoloba) de fibra y goma guar se divide LWT - Ciencia y Tecnología

- de Alimentos, 44 (4) (2011), pp 969-975
- WANG,Y.F., SHAO,J.J., ZHOU,C.H., et al. (2012). Food preservation effects of curcumin microcapsules. Food Control 27, 113-117. Ref Type: Journal
- WEISS,J., GIBIS,M., SCHUH,V., and SALMINEN,H. (2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. Meat Science 86, 196-213. Ref Type: Journal
- ZAPATA,M.E., CAMOLETTO,S., and TORRENT,M.C. (2010). Estimación del contenido de hierro, ácido fólico, tiamina, riboflavina y niacina en alimentos elaborados con harina de trigo enriquecida. Revista Española de Nutrición Comunitaria 16, 77-82. Ref Type: Journal
- P. Fustier, Castaigne F., Turgeon SL, Biliaderis CG, interacciones Harina constituyentes y su influencia sobre la reología de la masa y la calidad de semi-Galletas dulces, Journal of Cereal Science, Volumen 48, Número 1, julio 2008, páginas 144-158, ISSN 0733 a 5210, 10.1016/j.jcs.2007.08.015. RK Vishwakarma, EE.UU. Shivhare, SK Nanda



Evaluación de sustratos en un cultivo de lechuga bajo un sistema hidropónico en el municipio de Pasto como alternativa productiva para la región

Elizabeth Marcela Guerrero¹

RESUMEN

En el Centro Internacional de Producción Limpia Lope - SENA - Regional Nariño, se realizó la evaluación de los sustratos fibra de coco y cascarilla de arroz con sus respectivas mezclas bajo un sistema hidropónico para brindar una alternativa productiva a la región, en el proyecto se evaluaron las variables altura, diámetro, peso y rendimiento. Se realizaron 5 tratamientos y 4 repeticiones, con los siguientes tratamientos; sustrato 100% cascarilla de arroz, mezcla de 70% cascarilla de arroz y 30% fibra de coco, mezcla del 50% de cada uno de los sustratos utilizados, mezcla 70% fibra de coco y 30% cascarilla de arroz y el tratamiento de sustrato 100% fibra de coco. Las mezclas de los sustratos fibra de coco y cascarilla de arroz obtuvieron mejor respuesta para las variables evaluadas que los sustratos individuales, los cuales dieron plantas con mejor desarrollo fisiológico en las variables altura, diámetro, peso y rendimiento, el ensayo se utilizó para el montaje de un cultivo comercial de lechuga en el municipio de Pasto.

Palabras clave— Cascarilla de arroz, estructura en A, Fibra de coco.

ABSTRACT

At the International Center for Clean Production Lope, SENA Regional Nariño, was made the evaluation of coconut fiber substrates and rice husks with their mixtures under a hydroponic system for give an alternative productive to the region, in the project was evaluated the variables plant height, diameter and total weight. Was realized with 5 treatments and 4 repetitions, where the treatment1 corresponded to the substrate 100% rice husks, treatment 2 a mixture of 70% rice husks and 30% coconut fiber, treatment 3 a mixture of 50% of each of the substrates, in treatment 4 a mixture of 70% coconut fiber and 30% of rice husks and treatment 5 the substrate 100% coconut fiber. The result showed that the treatments with the mixture of coconut fiber and rice husks was better, that the individualized treatments which gave to the plants the best physiological development in the variables, diameter, weight, and performance. The project was used for the commercial cultive of lettuce in the Pasto city.

Keywords—: Coconut fiber, rice husks, structure A.

¹ Ingeniería Agronómica, Maestría En Ciencias Agrarias Con Diferentes Énfasis , ARAPAIMA SENA Putumayo, angelicamaria_a@misena.edu.co.

I. INTRODUCCIÓN

Fortalecer la sostenibilidad productiva agropecuaria, forestal, pesca y acuicultura es lo más eficaz para reducir la pobreza y lograr la seguridad alimentaria en un mundo cuya población crece día a día. Las buenas prácticas utilizadas en la agricultura, ganadería, actividad forestal y pesca son más eficientes cuando se desarrollan de manera integral y complementaria, lo que favorece el acceso a alimentos de alto valor nutricional y reduce los índices de malnutrición. En América Latina y el Caribe, FAO ha trabajado enfoques innovadores para aumentar la productividad de forma sostenible, de manera de facilitar la adopción y el intercambio de buenas prácticas agrícolas (BPA), con énfasis en la Agricultura Familiar y participación comunitaria. Los recursos naturales y sus servicios son esenciales para producir alimentos y proveer medios de vida sostenibles. En el ámbito del fortalecimiento de capacidades, para aplicar herramientas de gestión de recursos naturales (FAO, 2015)

Actualmente el departamento de Nariño está encaminado hacia un moderno y seguro desarrollo económico donde la estrategia de productividad y competitividad está en las cadenas productivas en el sector agroindustrial y la incorporación de tecnologías sostenibles de producción. (PROEXPORT). (012).

La horticultura en el departamento de Nariño, Colombia, ocupa un renglón muy importante en la producción y la comercialización de hortalizas, sin embargo, es necesario tecnificarla para obtener mayores cosechas y de mejor calidad. Por lo anterior la horticultura en el departamento de Nariño ha tomado

mucha importancia, no obstante, es necesario emplear diferentes alternativas que permitan una constante y mayor producción durante todo el año, como el uso de la hidroponía a nivel comercial.

Por lo anterior es necesario mejorar las técnicas de manejo del cultivo como la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas, o el uso de técnicas como la agricultura urbana que se convierten en unas estrategias para el desarrollo socio- económico de esta región.

Los cultivos hidropónicos tienen algunas ventajas sobre los cultivos tradicionales, como mejorar el control de factores externos como clima, malezas, plagas, enfermedades, deficiencia o exceso de nutrientes, mejorar la calidad de los productos a cosechar, mayor precocidad en la obtención del producto, aumento de la productividad, mejorar el aprovechamiento del área disponible, ya que por medio de este sistema podemos cultivar en varios pisos, aprovechamiento de áreas infértiles, mayor densidad de plantación que nos conduce a un incremento en la producción por unidad de área, además de ser independiente del factor suelo (Llanos, 1988).

En este sistema no es necesaria la rotación de cultivos, no existe la competencia por nutrientes, las raíces se desarrollan en mejores condiciones de crecimiento, mínima pérdida de agua, mínimo problema con malezas, reducción de la aplicación de agroquímicos, se ajusta a áreas de producción no tradicionales, igualmente los cultivos hidropónicos pueden tener algunas desventajas como son el costo inicial alto, se requiere conocimientos de fisiología y nutrición, pueden ocurrir desbalances nutricionales que

causen efecto inmediato en el cultivo y es necesario disponer de agua de buena calidad (Gilsanz, 2007).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente ensayo se realizó en el Centro Internacional de Producción Limpia LOPE-SENA ubicada en el Oriente de la Ciudad de Pasto, departamento de Nariño, república de Colombia, el cual se encuentra a una altitud de 2630 msnm, con temperatura promedio de 12oC y precipitación de 800 mm por año.

Para cultivar las lechugas se construyó una estructura en "A" en madera rolliza con las siguientes dimensiones: 1,50 metros de largo, 3,0 metros de ancho y 1,50 metros de alto; sobre ella se distribuyeron a cada lado 5 tubos de PVC de 4 pulgadas con un largo de 2 metros cada uno. Estos tubos fueron perforados cada 20 cm dejando a cada lado 10 cm, para un total de 10 plantas por cada tubo.

Los sustratos utilizados para el ensayo fueron:

- A. Fibra de coco: Procedente del mesocarpo del fruto de coco, se caracteriza por tener buena capacidad de retención de la humedad, ser liviano y poroso, la cual fue sometida a varios lavados y posteriormente se solarizo el material durante 8 días.
- B. Cascarilla de arroz: Este material es un subproducto de la industria molinera, para su utilización se debió realizar un lavado, se colocó la cascarilla de arroz a fermentar en un tanque con agua durante 15 días, después se retiró el agua y se colocó en un plástico color negro para su solarización

durante 8 días, con el objetivo de eliminar taninos, residuos de plaguicidas, desinfectar y quitar algunas impurezas; este material se caracteriza por ser un sustrato liviano y con buen drenaje.

Una vez estuvieron listos los sustratos se humedecieron hasta un punto de saturación y se combinaron en proporciones de acuerdo a volumen, por ejemplo, se mezcló para la proporción 50% fibra de coco y 50% cascarilla de arroz, se toma de un total de 100 partes iguales, 50 partes de fibra de coco y 50 partes de cascarilla de arroz, de esta manera se realizó las demás mezclas para los diferentes tratamientos propuestos según el diseño experimental.

Se utilizó manguera para riego por goteo con emisores de 4 litros/hora, lo que permitió controlar la humedad en el sistema de manera adecuada; la lámina de riego aplicada se ajustó de acuerdo a los datos proporcionados por la estación meteorológica.

El fertirriego se realizó utilizando una electrobomba, que impulsa la solución de los fertilizantes comerciales desde un tanque de 50 litros durante el ciclo del cultivo y se entregó en forma diaria, además en cada entrega se monitoreo el pH, la conductividad eléctrica y la temperatura de la solución para el buen desarrollo del cultivo.

Las plántulas fueron obtenidas en un vivero comercial, las cuales se trasplantaron a los contenedores cuando cumplieron 25 días. Se utilizó como material lechuga Batavia. (Romero et al., 2003).

Teniendo en cuenta que las plantas presentaron excelentes condiciones de sanidad en el cultivo, la fertilización se realizó de acuerdo a un plan de fertilización y riego según los estados fenológicos del cultivo.

Se realizaron 5 tratamientos y 4 repeticiones.

Tabla 1.

Resultados de la evaluación sensorial del olor.

Tratamiento	Sustratos
T1	Cascarilla de arroz 100%
T2	Cascarilla de arroz 70% - Fibra de coco 30%
T3	Cascarilla de arroz 50% - Fibra de coco 50%
T4	Cascarilla de arroz 30% - Fibra de coco 70%
T5	Fibra de coco 100%

Fuente: Autores

Variables evaluadas

Altura de la planta. Una vez finalizado los 90 días correspondiente al ciclo del cultivo se procedió a medir la altura de las plantas desde la base hasta el extremo superior de la cabeza con una regla métrica (Benavides et al., 2010).

Tabla 2.

Análisis de varianza de altura, diámetro, peso y rendimientos evaluados en los sustratos fibra de coco y cascarilla de arroz en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo un sistema hidropónico

F.V	ALTURA	DIAMETRO	PESO	RTO
MODELO	27,7**	17,09**	57071,4**	2282,86**
SUSTRATO	27,7**	17,09**	57071,4**	2282,86**
ERROR	5,79	2,43	2792,24	111,69
CV	19,85	21,78	15,71	15,71

** Altamente significativo

Fuente: Autores

Diámetro. En cuanto se realizó la cosecha de las lechugas, se procedió a medir su perímetro (contorno de la cabeza) con una cinta métrica flexible y se calculó el diámetro por medio de la siguiente ecuación (Bravo y Paspur, 2009).

$$D=C \pi$$

Donde;

D= Diámetro

C= Contorno de cabeza

$$\pi= 3,1416$$

Peso: Una vez realizada la cosecha, se pesaron cada una de las cabezas con sus raíces utilizando una balanza analítica (Bravo y Paspur, 2009).

Rendimiento. Se calculó teniendo en cuenta el peso fresco total de las plantas cosechadas para los diferentes tratamientos (Álvarez y Lasso, 2011).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis de varianza para las variables altura, diámetro, peso y rendimiento que permitió establecer diferencias significativas entre los tratamientos realizados entre la fibra de coco y cascarilla de arroz en el cultivo de lechuga bajo condiciones hidropónicas. (Tab. 2).

Tabla 3.

Prueba de comparación de promedios de Tukey para las variables altura, diámetro, peso y rendimiento evaluados en los sustratos fibra de coco y cascarilla de arroz en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo un sistema hidropónico.

TRATAMIENTO	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	PESO (gr)	RENDIMIENTO (ton .ha-1)
TRAT. 1 100% C	7.75 b	5.05 b	141.23 c	28.25 c
TRAT. 2 70%C30%F	14.28 a	8.73 a	435.13 a	76.26 ab
TRAT. 3 50%C50%F	13.53 a	8.18 ab	416.43 ab	83.29 ab
TRAT. 4 70%F30%C	13.45 a	9.06 a	381.28 ab	87.03 a
TRAT. 5 100%F	11.65 ab	4.80 b	307.90 b	61.58 b
DMS	5,26	3,40	115,37	23,07

Fuente: Autores

Altura de la planta: Según la prueba comparación de promedios de Tukey (Tab. 3), mostró que utilizando los sustratos de cascarilla de arroz y fibra de coco en mezclas se obtiene mayores alturas de planta, comparado con la utilización de sustratos individuales o que no tengan mezclas.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), C: Cascarilla de arroz, F: Fibra de coco.

Los sustratos mezclados en diferentes proporciones, además de suministrar agua y aire, proveen en los nutrientes minerales necesarios para que a través de la raíz la planta los tome de la solución nutritiva y así garantizar mejores condiciones para el desarrollo de las plantas. De igual manera, Ansonera (1994), señala que los sustratos actúan como reserva de nutrientes a través de la capacidad de intercambio catiónico y esta a su vez depende en gran medida de la acidez o pH del medio, se obtuvo una buena

adaptación de la lechuga a medios ácidos con pH de 3,5. Además, el crecimiento de las plantas en altura, es un indicador de que el medio proporcionó las cantidades necesarias y adecuadas de elementos minerales, permitiendo el crecimiento vigoroso de las lechugas. En este sentido, se observó que el tratamiento 2 (70% cascarilla de arroz y 30% fibra de coco) fue el que ofreció mejores resultados, sin embargo, no difiere de los demás tratamientos excepto del tratamiento 1 (100% cascarilla de arroz).

Ansonera (1994), manifiesta que la fibra de coco y la cascarilla de arroz posiblemente generaron propiedades diferentes al estar en mezcla, brindando mejores condiciones para el desarrollo de la planta, por el contrario, los sustratos 100% fibra de coco y 100% cascarilla de arroz de manera individual poseen diferentes propiedades. Según Calderón (2001), el principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad.

Diámetro: El diámetro constituye uno de los más importantes atributos morfológicos para estimar el crecimiento de las plantas de lechuga después del establecimiento (Carneiro, 1995). En la tabla 3, se puede apreciar que el mayor diámetro ecuatorial se presentó en los tratamientos T4 y T2, donde se utiliza la mezcla de los sustratos a excepción de tratamiento T3 que fue igual a los tratamientos donde se utilizó solamente un sustrato.

Las diferentes mezclas de sustratos con fibra de coco y cascarilla de arroz se destacaron posiblemente a que se generó un medio adecuado para el desarrollo de la planta, no obstante, para Singh y Sainju (1998), el crecimiento de las plantas en altura y diámetro es dependiente del aporte de agua, nutrientes, energía y aire que un medio pueda aportarle.

La fertilización fue ajustada según la absorción de nutrientes de la lechuga de acuerdo a su estado fenológico, donde se brindó una solución nutritiva adecuada con elementos mayores y menores, que de acuerdo a los resultados presentados por Quesada y Méndez (2005), permitieron mostrar una respuesta a mayores dosis de macronutrientes N,P,K, al observar una tendencia al aumento del diámetro al final del ciclo productivo, siendo más notorio para el fósforo y el potasio. De igual manera, los micronutrientes están presentes en los sustratos principalmente óxidos o hidróxidos y otras sales insolubles y cuya solubilidad es mínima a pH básicos (Cadahia et al., 2005). Esta condición puede generar en los sustratos mayores contenidos y así permitir su lenta liberación al medio.

El boro es un microelemento importante para el acogollado de la lechuga, el cual funciona

muy bien al ser puesto en contacto con sustratos orgánicos como es el caso de la fibra de coco y la cascarilla de arroz. Según Cadahia et al., (2005) una vez que el boro se encuentra en el sustrato no es muy reactivo y se podrá perder por lixiviación, entre tanto, los materiales orgánicos lo pueden retener mejor. En el sustrato, el boro podría formar uniones con otras moléculas orgánicas de forma más estable fijándose más al sustrato de naturaleza orgánica. Este comportamiento se aprecia especialmente en el sustrato con mayor contenido de fibra de coco (Botero y Flórez, 2006).

Peso: Según la comparación de promedios de Tukey realizada para esta variable (Tab. 3), mostró que las mezclas de los sustratos cascarilla de arroz y fibra de coco se obtuvieron los mayores valores comparado con los tratamientos donde no se utilizó mezclas. La cascarilla de arroz favoreció la porosidad y oxigenación del sustrato y la fibra de coco aportó su alta capacidad de retención de humedad. Según HidroEnvironment (2011), la cascarilla de arroz es un sustrato muy liviano y su capacidad de retención de humedad del 40% es baja. Por otro lado, la fibra de coco tiene una alta relación carbono/nitrógeno que le permite mantenerse químicamente estable; además, la retención de humedad del 57% es muy buena.

Con respecto a los tratamientos 100% fibra de coco y 100% cascarilla de arroz (T1 y T5, respectivamente), se obtienen los resultados de peso más bajos posiblemente debido a la falta de equilibrio de retención de humedad, provocando que la planta no tenga un ambiente propicio en la parte radicular para la acumulación de biomasa, por esta razón se debe mantener la humedad del suelo a un nivel determinado de agua

utilizable, evitando las situaciones extremas (Fueyo, 1998), es decir un exceso de humedad en el caso del tratamiento 5 (100% fibra) y una deficiencia para el caso del tratamiento 1 (100% cascarilla de arroz). Por lo anterior, la mezcla de sustratos es un complemento ideal en la circulación de agua y aire para la planta, así que las plantas toman sus alimentos minerales de las soluciones previamente preparadas en forma adecuada y sus elementos orgánicos los elaboran autotróficamente por procesos de fotosíntesis y biosíntesis (Alvarado et al., 2001).

Otro factor importante a tener en cuenta y que favoreció la acumulación de biomasa, es la forma como está ubicada la estructura en “A” para el aprovechamiento de la luz, desde el punto de vista interno de la planta. Morgan (2000), señala que luego de la absorción de nitrato, las plantas deben utilizar energía para desarrollar sus procesos fisiológicos, la cual se obtiene de la luz y la fotosíntesis, por lo tanto, la asimilación y reducción del nitrato está estrechamente relacionado con la tasa de fotosíntesis. Bajo condiciones de alta luminosidad, donde la planta tiene una alta tasa de fotosíntesis, el nitrato es rápidamente asimilado y convertido, lo que sucede en forma contraria bajo condiciones de baja luminosidad, donde las plantas están forzadas a producir suficiente energía para la conversión de nitratos y se tiende a reducir la energía disponible para el crecimiento.

Para Marulanda (2003), el criterio más importante es que se tengan como mínimo 6 horas de luz al día, para esto es recomendable utilizar espacios con buena iluminación y cuyo eje longitudinal mayor esté orientado hacia el norte.

Existe una relación directamente proporcional en los valores de los promedios de la variable peso de cabeza con la variable diámetro de cabeza (Tab.3), ya que, a mayor diámetro, mayor cantidad de biomasa acumulada. Lo anterior coincide con lo reportado por Melgares et al. (2004) quienes señalan que a mayor peso comercial el diámetro de la cabeza se incrementa, evidenciándose así que la mezcla de sustratos utilizados en diferentes proporciones en este ensayo aumenta la acumulación de biomasa en la parte aérea de la planta.

El valor de temperatura de acuerdo con Resh (2006), es equilibrado y no puede perjudicar el crecimiento de las plantas, pues ésta no deberá exceder los 30 °C. Las condiciones ambientales de la finca Lope-SENA son favorables para su normal desarrollo fisiológico ya que esta variedad prefiere una altitud de 1800 a 2800 msnm, una precipitación promedio de 1200 a 1500 mm.y temperaturas en el día entre 13° C a 27°C y durante la noche entre 3 y 8° C (Suquilandia, 2003).

Otro indicador que se tuvo en cuenta en este ensayo, es la conductividad eléctrica la cual determina el contenido de sales totales en la solución nutritiva y es uno de los parámetros más útiles para determinar la cantidad de fertilizante a aplicar; se midió la conductividad eléctrica con un multiparamétrico cada vez que se aplicaba la solución, donde el valor promedio fue de 1,8 mS/cm, valor favorable para el adecuado desarrollo de la planta ya que, según Soto (2006), se debe reemplazar la solución cuando la conductividad eléctrica tenga un valor menor a 1,5 mS/cm.

Rendimiento: Los valores más altos se obtuvieron con el tratamiento 4 (70 % fibra de coco - 30% cascarilla de arroz), seguido del tratamiento 3 (50 % cascarilla de arroz- 50% fibra de coco) y el tratamiento 2 (70% cascarilla de arroz - 30% fibra de coco) en los cuales no se presentaron diferencias; los valores más bajos se obtuvieron con el tratamiento 5 (100% fibra de coco) y el tratamiento 1 (100% cascarilla de arroz) que a su vez difieren de los demás tratamientos, evidenciándose así, que los mejores promedios de rendimiento se obtuvieron en las mezclas de sustratos los que conformaron iguales características fisicoquímicas en retención de humedad, está directamente ligado a las condiciones de aireación y contenido de agua en el sustrato, estas interacciones se reflejan positiva o negativamente en la presentación comercial final de las especies cultivadas (Bunt, 1992).

En este sentido, la cascarilla de arroz por su porosidad pudo haber proporcionado el ambiente propicio de aireación en la raíz y la fibra de coco por su gran retención de humedad proporcionó el ambiente perfecto para la absorción y circulación de agua y nutrientes necesarios para el correcto desarrollo fisiológico de las plantas.

Otra labor favorable para el adecuado rendimiento de las plantas cultivadas en el desarrollo de este cultivo hidropónico es la humedad ya que como se utilizó un sistema de irrigación que estaba directamente en contacto con la raíz lo que posiblemente permitió obtener un mejor rendimiento. Según Devia (1991), la condición de humedad constante, independiente del clima o de la etapa de crecimiento del cultivo y asegurando una irrigación en toda el área radicular, evita el gasto inútil de

agua y fertilizantes y reduce los problemas de enfermedades producidas por patógenos del suelo aumentando el rendimiento de las hortalizas.

Alternativa productiva: La escasez de alimentos, la malnutrición y la pobreza rural son problemas de consideración en América Latina. Estos problemas han sido generalmente percibidos como el resultado de un alto crecimiento demográfico y una baja productividad agrícola. Consecuentemente se implementaron una serie de proyectos internacionales y nacionales de investigación y desarrollo, destinados a mejorar la producción de alimentos y generar excedentes económicos. Después de más de dos décadas de innovaciones tecnológicas e institucionales en la agricultura, la pobreza rural y la baja productividad aún persisten en América Latina. (CEPAL, 1992)

En el año 2012 el presente ensayo fue el primer trabajo en hidroponía con sustratos orgánicos en la Universidad de Nariño se había realizado solo un estudio previo en cultivos hidropónicos en lechuga con sustratos inorgánico, donde se evaluaron dos sustratos ladrillo molido y granzón de arena con dos dosis de fertilización bajo invernadero en lechuga (*Lactuca sativa* L) donde el ladrillo molido fue el sustrato que presentó el mayor rendimiento (Benavides et al., 2010).

A nivel nacional trabajos realizados por Nieto y Flórez (2006) donde se utilizaron los sustratos cascarilla de arroz quemada, fibra de coco, sus mezclas y un cultivo en suelo en clavel no se observaron diferencias en producción y calidad de los tallos florales, en rosa se observó mayor producción de tallos florales en las plantas del tratamiento 100% cascarilla de arroz quemada.

El cultivo en hidroponía es una modalidad en el manejo de plantas, mediante esta técnica se producen plantas principalmente de tipo herbáceo, aprovechando sitios o áreas no convencionales, sin perder de vistas las necesidades de las plantas, como luz, temperatura, agua y nutrientes. En el sistema hidropónico los elementos minerales esenciales son aportados por la solución nutritiva. El rendimiento de los cultivos hidropónicos puede duplicar o más los de los cultivos en suelo. La disponibilidad de agua y nutrientes, los niveles de radiación y temperatura del ambiente, la densidad de siembra o disposición de las plantas en el sistema hidropónico, la acción de patógenos o plagas, incidirán fuertemente en el rendimiento del cultivo. El modernismo permitió la introducción de los avances de la informática para el control y ejecución de actividades, que han hecho de la automatización del cultivo hidropónico una realidad. Un cultivo hidropónico realizado en un área confinada y climatizada es un sistema altamente repetible, en consecuencia, se ha constituido en una herramienta valiosa para la investigación y la enseñanza. Hoy la hidroponía se vislumbra como una solución a la creciente disminución de las zonas agrícolas, producto de la contaminación, la desertización, el cambio climático y el crecimiento desproporcionado de las ciudades. Además, de ser una de las más fascinantes ramas de la ciencia agronómica. El suministro de energía o de agua, el transporte, la gestión de los residuos o los propios sistemas constructivos deberán cambiar para acercarse a un modelo más sostenible, para dar forma a lo que se ha dado en llamar “ciudades inteligentes” y las granjas verticales (“Vertical Farm”). La idea del huerto hidropónico familiar, el huerto hidropónico urbano, las Vertical farm, son ideas

muy innovadoras y conducen a un sistema diferente, en un paisaje en el que cada uno de los participantes deberá contemplar desde una óptica sistémica, este nuevo paisaje, luego la producción de alimentos y la sustentabilidad del sistema deberán estar bajo evaluación permanente. (Beltrano y Gimenez, 2016)

IV. CONCLUSIONES

Las mezclas de los sustratos fibra de coco y cascarilla de arroz obtuvieron mejor respuesta para las variables evaluadas que los sustratos individuales, los cuales dieron plantas con mejor desarrollo fisiológico en las variables diámetro, peso y rendimiento.

Por lo anterior, los sustratos fibra de coco y cascarilla de arroz en mezcla en el cultivo de lechuga para producción bajo el sistema hidropónico sobre una estructura en forma de “A”, son una alternativa de producción rentable para los agricultores minifundistas ya que les permite tener una opción para mejorar sus ingresos y competir a nivel comercial, por lo tanto, la adopción de este tipo de tecnologías hidropónicas es una alternativa eficiente para la seguridad alimentaria, así como el uso responsable del recurso hídrico en la producción de plantas bajo sistemas hidropónicos.

V. REFERENCIAS

- ALVARADO, D.; CHAVEZ, F. y ANNA, K. 2001. Seminario de Agronegocios. Lechugas Hidropónicas. Universidad del Pacífico. Quibdó, Chocó. 10p.
- ÁLVAREZ, M y LASSO, A. 2011. Fertilización con azufre y magnesio en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) var. Itálica sobre suelos VitricHaplustand y Typicdistrandep del

- Altiplano de Pasto. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto. 23p
- ANSONERA, J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 172 p.
- ASTIZ, M. DEL CASTILLO; J. URIBARRI; A. AGUADO; G. APESTEGUÍA, M. y SÁDABA, S. 2010, Tomate hidropónico, Ed. Navarra Agropecuaria. Lima, Perú. 42p.
- BENAVIDES, L. ARCOS, B y BENAVIDES O. 2010. Evaluación de dos sustratos y dos dosis de fertilización en condiciones hidropónicas bajo invernadero en lechuga (*Lactuca sativa* L.). Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto. 16p.
- BELTRANO, J y GIMENEZ, D. 2016. Libro cultivo en hidroponía. Editorial Universidad de la Plata. 181p. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1
- BOTERO, A. y FLOREZ, V. 2006. Cambios en la composición química de los sustratos en el cultivo de clavel. Ed: Universidad Nacional de Colombia Unibiblos. Bogotá, Colombia. 231p
- BRAVO, S y PASPUR, J. 2009. Evaluación de la fertilización con fósforo en lechuga (*Lactuca Sativa* L.) en el Altiplano de Pasto, Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto. 20 p.
- BUNT, A.C 1992 Media and mixes for container - grown plants. Unwin hyman. London, Great Britain Ltd. 288p.
- CADAHIA L. C.; E. EYMAR A. y J.J. LUCENA. M. 2005. Materiales fertilizantes utilizados en fertirrigación. En: Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales, 3ª. Ed. Madrid: Mundi - Prensa, 94 – 132 p.
- CALDERÓN, F. 2001. Los sustratos. Bogotá D.C., Colombia S.A. Disponible en: http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm; consulta: octubre 2012.
- CARNEIRO, J.G.A. 1995. Producción y control de las cualidades de las plántulas forestales. Curitiba UFPR-FUPEF/Campos: UNEF. Brasil. 451 p.
- CEPAL. Comisión económica para América Latina y el Caribe. 1992. La agroecología y el desarrollo sostenible rural en América Latina. 16p.
- DEVIA, J. 1991. Cultivo Hidropónico. Chile Hortofrutícola .4 (23):8 - 10.
- ECO AGRICULTOR. 2012. El Sustrato con fibra de coco. Disponible en: <http://www.ecoagricultor.com/2012/08/el-sustrato-con-fibra-de-coco/>. Consulta: Octubre, 2012.
- FAO. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. 2015. Agricultura sostenible, una herramienta para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en America Latian y el Caribe. 48p.
- FUEYO M. 1998. Producción de Lechuga. Tecnología Agroalimentaria. CIATA. Edición especial. Madrid España. 3 - 6 p.
- GILSANZ, J. 2007. Hidroponía. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Ed Andes. 31p.
- HIDRO ENVIRONMENT, 2011. Productos para Hidroponía, tipos de sustratos para Hidroponía Disponible en: http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=32&chapter=1. Consulta: marzo, 2013.
- LLANOS, P. 1988. Manual hidropónico. Ed. Diario del Agro. Bogotá. 30 p

- MARULANDA, C. 2003. Manual técnico: La Huerta Hidropónica Popular. 3ª ed. Santiago, Chile. 132 p.
- MELGARES, A.; GONZALES, D.; GUTIERREZ, A.; HORNUVIA, N y MORTE, A. 2004. Efectos del hongo endomicorrítico *Glomus intradices* en el cultivo ecológico de lechuga tipo Iceberg. España comunicaciones al VI Congreso de la SEASA. 1589 - 1596 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MADR). 2009. Proyecto de alianzas productivas. Disponible en: <http://www.potosi-narino.gov.co/apc-aa>. Consulta: Octubre, 2012.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MADR). 2008. Guía Ambiental Hortofrutícola de Colombia. Disponible en: [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_30_GUIAhortofruticultura\[1\].pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_30_GUIAhortofruticultura[1].pdf). Consulta: Octubre, 2012.
- MORGAN, L. 2000. El gran debate: Amonio vs Nitrato. In: Red hidroponía, La Molina. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin9.htm>. Consulta: Octubre, 2012.
- NIETO, D y FLÓREZ, V. 2006. Producción y calidad de rosa y clavel cultivados en cascarilla de arroz y fibra de coco. Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Asocolflores. 129 p.
- PERRIN, R., WIKELMAN, D., MOSCARDI, E y ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México. CYMMIT. 54 p.
- PROMOCIÓN DEL TURISMO INTERNACIONAL, LA INVERSIÓN EXTRANJERA Y LAS EXPORTACIONES NO TRADICIONALES EN COLOMBIA. PROEXPORT. 2012. Revista de las oportunidades. Exportaciones Nariño. 5 p.
- Disponible en: http://www.proexport.com.co/sites/default/files/cartilla_narino_exportaciones.pdf. Consulta: Octubre, 2012.
- QUESADA G. y MENDEZ C. 2005. Análisis físicoquímico de materias primas y sustratos de uso potencial en almácigos de hortalizas. Revista de Agricultura Tropical 35:01 – 13 p.
- QUINTERO C, M.F, GONZALEZ M, C.A. y GUZMAN P, J.M. 2011. Sustratos para cultivos hortícolas y flores de corte. En: Flórez R., V.J. (Ed.). Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia. 79 -108 p.
- ROMERO, M; RAMIREZ, A; PULIDO, S; UBAQUE, L; FUENTES, L; GOMEZ, S; MEJIA, J; LEE, R; CURE, J; MENDEZ, H; HERRERA, J; ESCOBAR, H y PRIETO, G. 2003. Producción Ecológica De Hortalizas de Clima frío. Ficha técnica lechuga batavia. 2003. Bogotá. Colombia. 135 p.
- RED DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN ESTRATÉGICA DEL SECTOR AGROPECUARIO (AGRONET). 2010. Sistema de Información de Precios e Insumos y Factores Asociados a la Producción. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co>. Consulta: Octubre, 2012.
- RESH, H. 2006. Cultivos hidropónicos. Madrid. Ed 5ta. MundoPrensa. 364 p.
- SINGH, B. y SAINJU, U. 1998. Soil physical and morphological properties and root growth. HortScience. 33(6):966 - 971 p.
- SOTO, F. 2006. Producción de lechuga con la técnica de lámina de nutrientes modificada (NFT). San José (CR): INA, 38 p.



Evaluación de vermicompost con diferentes sustratos en la producción de biomasa con la lombriz roja californiana

Adrian Rolando Riascos¹

Marcela Guerrero Guerrero²

Leidy Daza Arboleda³

RESUMEN

En el Centro Agroforestal Acuícola Arapaima Municipio de Puerto Asís, Putumayo Se realizó una investigación sobre la evaluación de diferentes sustratos para la elaboración de Vermicompost en el Invernadero SENNOVA ubicado en la granja del centro, se utilizaron tres tratamientos T1 residuos orgánicos; de frutas y verduras, T2 Gallinaza y T3 una mezcla Bovinaza con tres repeticiones, con el objetivo de evaluar el contenido del crecimiento de Biomasa en lombriz Roja Californiana (Eisenia foetida), para el proceso se recolecto dos toneladas de cada sustrato, el cual se dejó precompostar durante 15 días con tres volteos en cada una de las pilas, se les midió los parámetros Temperatura, Ph, y Humedad relativa. El vermicompost se realizó en cajones de madera con una base forrada en lona, con un riego aéreo y cubiertos con poli sombra, Se obtuvo que la biomasa es mayor en el tratamiento 3 (mezcla de residuos de frutas y verduras y Bovinaza que obtuvo una biomasa con un valor de 10,6 en promedio

Palabras clave: Lombriz, Humedad, Vermicompost, residuos.

ABSTRACT

At the Centro Agroforestal Acuícola Arapaima Municipio de Puerto Asís, Putumayo A research was carried out on the evaluation of different substrates for the elaboration of Vermicompost in the SENNOVA Greenhouse located in the farm of the center, three treatments T1 organic waste were used; of fruits and vegetables, T2 Gallinaza (chicken excrement) and T3 a Bovinaza (cow excrement) mixture with three repetitions, with the objective of evaluating the content of the growth of Biomass in California Red Worm (Eisenia foetida), for the process two tons of each substrate was collected, which was left precomposting for 15 days with three turns in each of the batteries, the parameters Temperature, Ph, and Relative Humidity were measured. The vermicompost was made in wooden boxes with a base lined in canvas, with an aerial watering and covered with polysombra (a fiber which provide shade), It was obtained that the biomass is greater in treatment 3 (mixture of fruit and vegetable residues and Bovinaza that obtained a biomass with a value of 10.6 on average.

Keywords—: Lombriz, Humedad, Vermicompost, residuos.

¹ Zootecnia, maestría en ciencias agrarias con diferentes énfasis, Grupo de investigación en ciencias y tecnologías agroindustriales de Buga GICTACAB, ariascos@sena.edu.co

² Ingeniería Agronómica, maestría en ciencias agrarias con diferentes énfasis, Grupo de investigación en ciencias y tecnologías agroindustriales de Buga GICTACAB, marcelitag2@yahoo.es

³ Tecnólogo en Investigación de Proyectos, Grupo de investigación en ciencias y tecnologías agroindustriales de Buga GICTACAB, leidydazacolombia@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos sólidos ha sido de gran impacto ambiental por inadecuado manejo por la población a nivel mundial, los residuos son generados diariamente por las diversas actividades humanas, casi el 55% corresponde a materiales biodegradables. Se estima que, en las zonas rurales, la generación de residuos es ligeramente inferior a la urbana, aunque la proporción de materiales orgánicos es mayor (PRESOL 2007).

En el departamento del Putumayo, el sector primario está representado por actividades agrícolas entre las que sobresalen los cultivos de productos tradicionales y frutales como Plátano, Yuca, Maíz, Arroz, Caña Panelera, Chontaduro, Piña y Palmito, principalmente; las actividades pecuarias se relacionan básicamente con la cría de ganado vacuno que para el 2005 reportó una población de 32.380 cabezas de ganado establecidas en 11.600 ha de pasto, y en menor proporción con porcicultura (4.600 animales), avicultura (66.000 animales) y piscicultura (380 estanques con 843.639 m² de espejo de agua) (Corpoamazonía, 2016). Por ende, el consumo de productos agrícolas para el mejoramiento de la producción se hace menester y costoso en algunos casos por los precios tan fluctuantes, para lo cual el elaborar un abono orgánico de calidad a base de residuos orgánicos que cada agricultor tiene fácil acceso se vuelve una propuesta muy atractiva que puede mejorar los rendimientos y reducir los costos (Caro Lara, Romero Otálora, & Lora Silva, 2009).

En la actualidad existen diferentes opciones que ayudan a disminuir la cantidad de residuos sólidos que es por medio de la lombricultura.

La técnica consiste en la elaboración de abono orgánico a través de la utilización de lombrices, la más conocida y usada es *Eisenia foetida*, o “lombriz roja californiana” Duran ,(2009)

Las ventajas de la obtención de abonos orgánicos a partir de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) el inóculo con microorganismos están en la calidad y estabilidad del material obtenido, el cual posee buenos niveles nutricionales y materia orgánica que ayudan al mejoramiento, producción y reducción de costos de fertilizantes en los cultivos. También está el aprovechamiento de residuos orgánicos del municipio de Puerto Asís, procedentes de restaurantes y del área de cocina del SENA- Regional Putumayo y así evitar que estos lleguen al relleno sanitario, dando un mejor manejo de la fracción orgánica generada en el municipio y alargando la vida útil del relleno sanitario.

Por lo que el presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el vermicompost con diferentes sustratos en la producción de biomasa utilizando como inóculo la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) brindando le como alimento residuos de frutas y verduras (FV), gallinaza (G) y mezcla de bovinaza, gallinaza y residuos de frutas y verduras (B)

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Localización

La presente investigación se llevó a cabo En el Centro Agroforestal Acuícola Arapaima Municipio de Puerto Asís, Putumayo - Colombia Se realizó la presente investigación sobre la evaluación de diferentes sustratos para la elaboración de Vermicompost en el Invernadero SENNOVA ubicado en la granja del centro,

con una altitud de 256 msnm, temperatura promedio de 25,3 °C, humedad relativa de 85% y una precipitación anual de 3.520 mm (IDEAM, 2000); corresponde a la zona de vida bosque húmedo tropical (Holdridge, 1987). Se usó invernadero con condiciones controladas de 15 m de largo por 7 m de ancho, construido con estructura metálica y forrado en plástico agrícola, con piso de cemento en tierra, y dispuesto con sistema de riego aéreo a 1 m del piso, con un área de 105 m², para resguardar de la radiación solar y proteger la exposición de la *Eisenia foetida*, a la luz solar, controlar la alta temperatura y evitar la muerte, a modo de paredes se cubrieron sus laterales y techo con malla polisombra al 85%. Debajo de esta cobertura se niveló el terreno y se instalaron nueve cajones con dimensiones de 100 cm de largo, 50 cm de ancho y 25 cm de profundidad. El piso en tierra se dejó con una ligera inclinación para facilitar el lixiviado; debajo de los cajones se colocó lona de polietileno para mantener la uniformidad de los sustratos que sirvió de alimento a la *Eisenia foetida*.

B. Preparación del sustrato.

El proceso de maduración duró 28 semanas (196 d), a partir de agosto de 2017 hasta febrero de 2018. Se preparó una mezcla utilizando tres tipos de residuos orgánicos: frutas y verduras, gallinaza y estiércol bovino. La mezcla se sometió a dos sistemas de descomposición que se hace referencia como precompostaje y vermicompostaje. Se recogieron 6000 kg de los sustratos; durante tres periodos de la fase experimental; el estiércol fresco se obtuvo de la Finca la Cruz, producto del apilamiento después de la recolecta de los animales en ordeño. Los residuos de frutos y hortalizas fueron obtenidos de un supermercado del municipio de Puerto

Asís; y la gallinaza se obtuvo de un galpón dedicado a la cría de gallinas para consumo. Se hizo una pila de 600 kg de bache, se regó con 20 litros de agua 4 veces por semana para garantizar una humedad que esté en el rango de 40-60%. Se hizo un (1) volteo semanal, las medidas de pH, temperatura y humedad se tomaron diarias para controlar el proceso. Todos los sustratos y sus combinaciones se dejaron madurar por un término de 21 días durante; para evitar la presencia de patógenos y de insectos plagas (Rerruzzi, 1994). Los materiales y elementos utilizados durante todo el proceso fueron: Pala, pequeño rastrillo de madera para airear el sustrato, regadera, canasta plástica, balanza, termómetro con tablero, guantes, bolsas para toma de muestras. Posteriormente, los productos se almacenaron durante 29 semanas (203 d) en bolsas de polietileno a temperatura ambiente.

C. Variables Evaluadas y Análisis Estadístico

Se evaluaron las variables de Humedad realitva, Temperatura y producción de biomas de la Lombriz Roja Californiana lo cual correspondió a un análisis físico químico por un laboratorio certificado por el ICA de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. La producción de biomasa se muestreo cada mes con un conteo para determinar la cantidad de individuos obtenidos por cada cama mediante un muestreo con un cilindro abierto a ambos extremos de 20 cm de largo y 12 cm de diámetro con la cual se tomaron 10 puntos al azar de la cama, el contenido se vació y se clasificaron las lombrices (Acosta Durán, Solís Pérez, Villegas Torres, & Cardoso Vigueros, 2013). Simultáneamente, se realizó conteos de individuos presentes en las muestras para determinar la distribución poblacional; para ello se separó por tamaño en individuos adultos con clitelo, semiadultas (>2 cm), juveniles (<2

cm) y cocones, similar a la desarrollada por Schuldt et al. (2005). (Duran Lolita, 2009)

Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar DIA con 3 tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera: el tratamiento 1 correspondió a una mezcla homogénea (100%) de residuos de frutas y verduras conformando el sustrato a suministrar a *Eisenia fetida*. De este sustrato se tomaron 60 kg y se dispusieron 20 kg en cada uno de los cajones destinadas para el Tratamiento 1 y sus tres repeticiones, así: T1 R1, T1 R2, T1 R3 previamente aleatorizado. De igual manera se dosificó el sustrato para el Tratamiento 2 con una mezcla (100%) de gallinaza conformando el sustrato a suministrar a *Eisenia foetida*. De este sustrato se tomaron 60 kg y se dispusieron 20 kg en cada uno de los cajones destinadas para el Tratamiento 2 y sus tres repeticiones, así: T2 R1, T2 R2, T2 R3 previamente aleatorizado. Por último, el tratamiento 3, utilizando para ello 120 kg de bovinaza (30%), 140 kg de gallinaza (35%) y 140 kg de residuos de frutas y verduras (35%). De este sustrato se tomaron 60 kg y se dispusieron 20 kg en cada uno de los cajones destinadas para el Tratamiento 3 y sus tres repeticiones, así: T3 R1, T3 R2, T3 R3 previamente aleatorizado.

Los tres tratamientos y sus réplicas se irrigaron de forma homogénea hasta lograr una humedad integral de aproximadamente 80%, empleando el método del puño seguidamente al riego se procedió a la siembra, como inóculo se usó la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), se usaron 20 kilos del inóculo por cada cajón. Esta fue obtenida de una empresa dedicada a la cría y producción de abono orgánico y distribuido en las nueve unidades experimentales utilizando para ello un promedio de 200 especímenes

por cajón (Castiillo, 2016). Las 9 unidades experimentales obtenidas estarán organizadas al azar. Para encontrar diferencias estadísticas entre los tratamientos se aplicó una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Los datos se trataron con el paquete estadístico SAS (versión 8; SAS Inst. Inc., Cary, NC, Estados Unidos).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta la tabla 1 correspondiente a la prueba de comparación de promedios de Tukey para la variable Biomasa.

Tabla 1.

Prueba de Comparación de Promedios de Tukey para la variable Biomasa evaluada en el vermicompost y su relación con los sustratos utilizados.

TRAT	DESCRIPCION	BIOMASA (und)
T1	100 % Residuo de frutas y verduras	502.6 b
T2	100% Residuos de gallinaza (G)	364.5 ab
T3	30% bovinaza (B), 35% de gallinaza (G) y 35% residuos de frutas y verduras (FV).	290.3 a
	DMS	17.30

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Fuente: Autores

Como se observa en la Tabla 1, el tratamiento T1 (100 % Residuo de frutas y verduras) muestra diferencias estadísticas significativas en la producción de biomasa con un valor de 502.6 individuos, en

Tabla 2.

Conteo de individuos en diferentes estados de la lombriz roja californiana (Eisenia foetida) madurez.

TRAT	DESCRIPCIÓN	COCONES	JUVENILES	SEMI ADULTAS	ADULTAS
T1	100 % Residuo de frutas y verduras	143,8	213,5	75,8	69,6
T2	100% Residuos de gallinaza (G)	75	197,6	52,7	39,3
T3	30% bovinaza (B), 35% de gallinaza (G) y 35% residuos de frutas y verduras (FV).	93,8	134,9	54,2	60,8

Fuente: Autores

comparación con el tratamiento T3 (mezcla de 30% bovinaza (B), 35% de gallinaza (G) y 35% residuos de frutas y verduras (FV)) con un valor de 290.3 individuos, no hubo diferencias con respecto al tratamiento T2 (100% Residuos de gallinaza (G) con un valor de 364.5 individuos.

En la tabla 2 muestra el conteo total de individuos de LRC realizada una vez por mes en los tratamientos T1, T2, T3 durante el proceso de vermicompost.

Para el T1 la cantidad cocones obtenida fue de 143.8, Juveniles 213.5, Semiadultas 75.8, Adultas 69.6 unidades, para el T2 la cantidad de cocones fue de 75, Juveniles 197.6, semiadultas 52.7, Adultas 39.3 unidades y el T3 la cantidad de cocones es de 93.8, Juveniles 134.9 Semiadultas 54.2 y Adultas 60.8 unidades

En el tratamiento 1 fue donde se encontraron un mayor número de cocones (143,8), lo que indica que las lombrices se acoplaron con mayor frecuencia. Esto corrobora que las buenas condiciones del sustrato permiten un mejor desarrollo de las lombrices. Castillo, (2010).

Tabla 3.

Medidas de la variable pH evaluados en el vermicompost y su relación con los sustratos utilizados

TRAT	DESCRIPCION	pH (RELACION DE ACIDEZ)
T1	100 % Residuo de frutas y verduras	8,6
T2	100% Residuos de gallinaza (G)	7,2
T3	30% bovinaza (B), 35% de gallinaza (G) y 35% residuos de frutas y verduras (FV).	8,3

Fuente: Autores

En la tabla 3 se muestra la medición de pH correspondiente a cada uno de los tratamientos T1, T2, T3 donde T1 y el T3 muestran valores superiores con un pH de 8,6 y 8.3, respectivamente en comparación con el T2 con 7,2.

Valores similares fueron reportados por Camiletti, (2016) quien afirma que es

recomendable mantenerse por encima de 7 a 8.5 para controlar depredadores y plagas, razón por la cual el vermicompost tuvo una buena higiene.

Tabla 4.

Prueba de Comparación de humedad

VARIABLE	DESCRIPCION	PORCENTAJE
T1	100 % Residuo de frutas y verduras	56,33
T2	100% Residuos de gallinaza (G)	67,00
T3	30% bovinaza (B), 35% de gallinaza (G) y 35% residuos de frutas y verduras (FV).	57,27

Fuente: Autores

La tabla 4 muestra que los valores obtenidos para los tratamientos 1 (100% residuos de frutas y verduras), 2(100% residuos de gallinaza) y 3 (mezcla 30% bovinaza (B), 35% de gallinaza (G) y 35% de residuos de frutas y verduras (FV)) para la variable humedad los porcentajes son 56,33 %, 67,00 % y 57,27 %, respectivamente.

Se visualiza en general, que los mayores comportamientos se observan para T1 en la medición significativamente ($P < 0,05$), quizás se deba a que es el sustrato que tiene la más alta concentración de minerales. La cantidad del total de lombrices se obtuvo en el primer conteo para, T1, T2 y T 3; en lo que respecta a las lombrices adultas, la menor cantidad se obtuvo en el primer conteo para T1; el resto de los tratamientos presentaron comportamientos intermedios. Hernández et al., (2002)

Por lo anterior se observa a la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), tuvo una relación directa entre el desarrollo reproductivo y el tipo de sustrato en el cual vive; lo cual coincide con lo reportado por Durán, (2009)

En la tabla 3 el pH de los sustratos varía desde el inicio hasta el final del ensayo obteniendo valores para T1, T2 y T3 de 8.6, 7.2 y 8.3, respectivamente.

Según Castillo, (2010) Inicialmente el pH oscila entre 7,1 a 9,95, ya que las lombrices funcionan mejor cuando el pH del sustrato está entre 6,5 a 7,5. A medida que el sustrato va pasando por el tracto digestivo de las lombrices, este pH empieza a cambiar ligeramente. Probablemente el pH del sustrato no es un indicador estabilidad de un lombricompost, pero determinante para el normal desarrollo de las lombrices dentro del sustrato.

El tratamiento 1 que incluyó residuos de frutas y verduras, obtuvo un mayor valor de pH 8.6 lo que posiblemente influyó al obtener una mayor cantidad de biomasa, ya que Según, Soto, (2003), las lombrices son capaces de digerir la mayoría de los desechos orgánicos y por la presencia de las glándulas de Morren, pueden regular un poco el pH del sustrato. Sin embargo, algunos materiales como la pulpa de naranja o piña con pH inicial de 3 a 3.5 no permitirán el desarrollo de las lombrices hasta 2 a 3 semanas después, en que el pH sea naturalmente regulado. En ensayos realizados Soto, (2003) reporta que después de dos semanas las lombrices fueron capaces de adaptarse y lograron una descomposición total de los materiales.

IV. CONCLUSIONES

Basado en los resultados obtenidos se concluye que la lombriz roja californiana son anélidos que permiten transformar su alimento en vermicompost a través de uso de los diferentes tipos de sustratos sólidos, como residuos de frutas y verduras, bovinaza y gallinaza.

La lombriz roja californiana se ve influenciada con el tipo de sustrato y sus condiciones del pH, humedad y temperatura lo que se puede decir es que el tratamiento 1 100% residuos de frutas y verduras fue el que obtuvo mayor cantidad de cocones el cual permitió incrementar su población.

Se recomienda el uso del vermicompost en los diferentes tipos de cultivos en la Región de Putumayo logrando minimizar los costos de producción en los cultivos, siempre y cuando se haga un monitoreo adecuado de los parámetros como pH, humedad y temperatura ya que son importantes para la reproducción y obtención de vermicompost de la lombriz roja californiana ya que el manejo un buen manejo favorece a la producción de compost en las fincas compost en las fincas.

V. REFERENCIAS

Acosta-Durán, Carlos Manuel, Solís-Pérez, Ofelia, Villegas-Torres, Oscar Gabriel, Cardoso-Vigueros, Lina, PRECOMPOSTEO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Eisenia foetida*. Agronomía Costarricense [en línea] 2013, 37 (Enero-Junio) : [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo>.

oa?id=43628796010> ISSN 0377-9424.

Camiletti, (2016) Justin Estudio del vermicompost de compost de distinta naturaleza. 60 p. obtenido de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2820/1/TFM%20Camiletti%20Morales%2C%20Justin.pdf>.

Caro Lara, I., Romero Otálora, Z., & Lora Silva, R. (2009). Producción de abonos orgánicos con la utilización de *Egeria densa* presente en la laguna de Fúqueme. U.D.C.A Actualiad & Divulgación Científica, I(12), 91-100.

Carol Lara, Romero Otálora, & Lora Silva, 2009, PRODUCTION OF ORGANIC FERTILIZERS WITH *ELODEA* (*Egeria densa*) PRESENT ON THE FUQUENE LAGOON, Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 12 (1): 91-100 obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v12n1/v12n1a10.pdf>

CASTILLO, J. 2010. Análisis de lombricompuestos a partir de diferentes sustratos. Universidad Nacional de Colombia. Especialización en cultivos Perennes Industriales. 61p.

Corpoamazonía. (2016). Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia. Obtenido de http://www.corpoamazonia.gov.co/Region/putumayo/Putumayo_economico.html, Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). WHAT A WASTE A Global Review of Solid Waste Management. Washington: World Bank.

Duran (2009), CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA (*Eisenia foetida*) EN CINCO SUSTRATOS ORGÁNICOS Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43613279011>, 33, g (Hernández et al., 2002). (versión 8; SAS Inst. Inc., Cary, NC, Estados Unidos).

- PRESOL (2007) Programa Competitividad y Medio Ambiente (CYMA) Plan de Residuos Sólidos Costa Rica (PRESOL) - Diagnóstico y Áreas Prioritarias—San José, CR. 2007 220 p.: Cuadros, Gráficos; 28 cm. obtenido de <http://latinamericacaribbean.recpnet.org/uploads/resource/ddea9e5b087270c34d-d6837e3bba7fc9.pdf>
- Rerruzzi, (1994). Caracterización del lombri-compostaje con bovinaza, *Gliricidia sepium* y *Pennisetum purpureum*, procedentes de la granja ecológica san judas tadeo, Sampúes, Sucre, Colombia, Rev Colombiana Cienc Anim 2016; 8(Supl):268-275. obtenido de <file:///C:/Users/Admin/Downloads/381-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1024-1-10-20161227.pdf>
- Satchell, (1983), Influencia de la aplicación de vermicompost en los macronutrientes disponibles y poblaciones microbianas seleccionadas en un campo de arroz.

Elaboracion de un helado de nieve a partir de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*)

Andrea Criado Range¹

Soralba Cera Rangel²

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo elaborar un helado de nieve a partir de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como alternativa de consumo saludable. La elaboración del prototipo se realizó por medio de la estandarización de formulaciones y proceso. En la fase experimental se utilizó un diseño factorial, con ellos se definieron como variables de control: los sólidos totales de las pulpas, sólidos totales de los edulcorantes, volumen del helado, cada uno de los tratamientos se estableció según los lineamientos de la NTC 1239. Luego se realizó una prueba sensorial de preferencia de escala hedónica de 9 puntos, seguido de los parámetros fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos. El proceso de elaboración constó de 4 fases, una de adecuación y preparación de la materia prima, la transformación (incorporación de aire), envasado y almacenamiento. Los análisis fisicoquímicos arrojaron que el helado presenta una concentración de grasa del 0,9 % y colesterol 0 mg, se estima que para ser un helado de nieve con bajo contenido calórico debe ser mínimo el aporte de grasas y colesterol. Contiene de fibra 1.4 % y de carbohidratos 14,3 % relacionado con los fructooligosacáridos presentes en el yacón. El análisis microbiológico, demostró que el producto en estudio es inocuo y apto para el consumo humano. Los resultados permiten concluir que, es posible realizar un helado de nieve a partir de yacón, natural, sin conservantes ni colorantes; y que aporta 1.4 % de fibra y no contiene cantidades de grasa ni colesterol significativas lo que lo hace una opción de consumo saludable.

Palabras clave: Agroindustria, Helado, saludable, yacón.

ABSTRACT

The objective of this research was to produce a snow ice from yacon (*Smallanthus sonchifolius*) as an alternative to healthy consumption. The elaboration of the prototype was made through the standardization of formulations and process. In the experimental phase a factorial design was used 3^3 , with them were defined as control variables: the total solids of the pulps, total solids of the sweeteners, volume of the ice cream, each of the treatments was established according to the guidelines of NTC 1239. Then a sensory test of 9-point hedonic scale preference was carried out, followed by the physico-chemical, organoleptic and microbiological parameters. The elaboration process consisted of 4 phases, one of adaptation and preparation of the raw material, the transformation (incorporation of air), packaging and storage. The physicochemical analysis showed that the ice cream has a fat concentration of 0.9% and cholesterol 0 mg, it is estimated that to be a low-calorie ice cream, the contribution of fats and cholesterol must be minimal. It contains 1.4% fiber and 14.3% carbohydrate related to the fructo-oligosaccharides present in yacon. The microbiological analysis showed that the product under study is safe and suitable for human consumption.

The results allow us to conclude that it is possible to make a snow ice from yacon, natural, without preservatives or dyes; and that it provides 1.4% fiber and does not contain significant amounts of fat or cholesterol, which makes it a healthy eating option.

Keywords: Ice cream, yacon, healthy, agroindustry

¹ Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente – GIPAMA. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Sabanalarga – Atlántico, Colombia, andreacriador@gmail.com

² Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente – GIPAMA. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Sabanalarga – Atlántico, Colombia, scrangel@misena.edu.co

I. INTRODUCCIÓN.

Colombia, al igual que otros países de América Latina se encuentra, sumergido en un rápido proceso de transición nutricional, representado por grandes variaciones en los hábitos de alimentación y las actividades físicas realizadas por la población, lo cual se relaciona con las crecientes prevalencias de enfermedades crónicas no transmisibles ECNT tales como problemas cardiovasculares, diabetes, sobrepeso y obesidad; Esta situación es preocupante debido a que dichas patologías representan un alarmante riesgo de salud pública y son una de las causas de muerte con más incidencia en el mundo, de igual modo la influencia que poseen las grandes industrias de bebidas azucaradas y alimentos ultra-procesados proporcionan modificaciones a los patrones de alimentación. (Giraldo, 2016).

No obstante, en el sector agroalimentario se han identificado tendencias fijadas en el interés de los consumidores por adquirir en el mercado alimentos saludables que además del valor nutritivo aporten funciones fisiológicas al ser humano, es decir alimentos que sean funcionales, este factor ha motivado a cambios y reestructuraciones profundas en el sector, con el objetivo de mantenerse y mejorar su nivel competitivo dentro del nuevo mercado de las tendencias a través de la aparición de nuevos productos con bajo contenido calórico, mínimamente procesados, según un estudio de Nielsen afirma que aunque no exista una cifra exacta de cuánto ha crecido el negocio de lo saludable en Colombia, se prevé que el mercado de productos con beneficios mueve alrededor del 20% del consumo de alimentos en el país y crece un 10% anual.

Con el compromiso de futuras especialistas en innovación alimentaria reconocemos que la alimentación constituye el factor extrínseco más determinante en el crecimiento y el desarrollo del individuo, lo que genera la busca de alternativas para atender la alta demanda de los consumidores por adquirir alimentos saludables y funcionales que incluyan frutas, verduras y hortalizas dentro de esta categoría se encuentra el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una raíz, perteneciente a la familia Compositae cultivado en zonas cálidas y templadas, es cultivado en la región andina de Colombia, posee una textura crujiente y sabor dulce propio, se pueden realizar diferentes preparaciones con esta materia prima para las personas que sufren de diabetes y sobrepeso sin embargo, debido al poco conocimiento que la población tiene sobre sus propiedades alimenticias se evidencia insuficiente aprovechamiento de este tubérculo, por lo tanto, se evidencia la necesidad de crear subproductos a través del yacón para diversificar su uso e incrementar el consumo de alimentos saludables en la población colombiana. (Galiano 2010)

Para ello se plantea como objetivo de esta investigación la elaboración de un helado de nieve a partir de yacón como alternativa de consumo saludable y funcional, debido a su alto contenido de inulina, fructooligosacárido utilizado en la industria alimentaria y farmacéutica para la elaboración de edulcorantes para diabéticos y como fibra en alimentos refinados.

II. MATERIALES Y METODOS.

A. Tipo de investigación.

Con base a los objetivos de esta investigación y los métodos utilizados para cumplirlos, se define la elaboración de un helado de nieve a partir de yacón especificando tamaño y nivel de madurez del tubérculo a procesar, textura, sabor, como un estudio descriptivo y experimental.

Descriptivo: Es una investigación de tipo descriptiva puesto que se basa en especificar los parámetros que debe cumplir el yacón para ser utilizado en la elaboración del helado de nieve, determinando a su vez las condiciones en las que se debe desarrollar el proceso. Lo previo con el propósito de obtener un producto que cumpla con los estándares de calidad necesarios para ser comercializado.

Experimental: El desarrollo de esta investigación precisa de un estudio basado en experimentar formulaciones donde intervienen tamaños de materia prima, grado de maduración, cantidad de ingredientes a usar, tiempos de escaldado, licuado, temperaturas requeridas para los procesos

B. Población y ubicación.

En la elaboración de este producto se va a utilizar el yacón como materia prima para la elaboración de un helado de nieve, que cumpla con los estándares de calidad establecidos en la normatividad legal vigente. En el desarrollo de este proyecto intervendrán, la comunidad de formación académica del programa de innovación de productos alimentarios del centro para el desarrollo agroecológico y agroindustrial. El desarrollo de la elaboración del helado de nieve partir de yacón se realizará

en la planta piloto de los ambientes del centro para desarrollo agroecológico y agroindustrial ubicado en el municipio de Sabanalarga-atlántico., se contará también con el apoyo de otras sedes del centro de enseñanza SENA para evaluar parámetros de tipo fisicoquímico.

C. Procedimiento metodológico.

Esta investigación contempla la alternativa de un producto de consumo saludable y funcional donde se utiliza yacón como base la elaboración de un helado de nieve a partir de yacón. Para la obtención de este se utilizaron los laboratorios del Centro Agroecológico y Agroindustrial de Sabanalarga, donde se realizaron pruebas pilotos para establecer los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que debe cumplir el producto de acuerdo con los lineamientos de las normativas colombianas vigentes.

En el desarrollo de las pruebas pilotos para la elaboración del helado de nieve se realizó un diseño experimental factorial 33, lo que indica, tres factores los cuales se determinaron de acuerdo las diferentes formulaciones establecidas y de acuerdo con las variables de control de procesos descritas en la tabla 1.

Tabla 1.

Variables de control del proceso.

Producto	Variables de control del proceso
Helado de nieve a partir de yacón	➤ Solidos totales del edulcorante
	➤ Solidos totales de la pulpa
	➤ Volumen

Fuente: Autores.

D. Diseño metodológico.

De acuerdo con los objetivos establecidos dentro del marco de este trabajo de investigación y los métodos seguidos para lograr darles alcance, se considera la elaboración de un helado de nieve a partir de yacón como un estudio de tipo descriptivo y experimental.

A continuación, se identifican las diferentes fases del proceso que se siguieron para el óptimo desarrollo de esta investigación.

Fase 1. Desarrollo del proceso para la obtención de un helado de nieve a partir del yacón.

En esta primera fase se determina el proceso para la elaboración de un helado de nieve a partir de yacón, por lo cual se tienen en cuenta una secuencia de actividades tales como contemplar e identificar la disponibilidad de los recursos tecnológicos al alcance, para la elaboración del producto, a través de bancos de información con diversas fuentes de literaturas, consultas bibliográficas e investigaciones sobre las tecnologías empleadas para la producción de helados con bajo contenido calórico y con acompañamientos de frutas o tubérculos, con el objetivo de reconocer los procedimientos usados en las industrias heladeras para determinar las operaciones iniciales que ayuden a obtener mejores rendimientos y reduzcan pérdidas, durante las etapas del desarrollo, de este modo se seleccionaran los recursos más apropiados para elaborar el helado de nieve a partir de yacón, y lograr darle cumpliendo a los más altos estándares de calidad fijados en la normativa colombiana vigente.

Posteriormente se identificaron los procesos que se aplicarán para la transformación y obtención del helado de nieve. Para esto se tuvo

en cuenta las características y comportamiento del yacón, como el tamaño del tubérculo, el grado de madurez, tiempos y temperaturas de los procesos de escaldado y pasteurizado, así como las especificaciones del producto final según lineamientos normativos. También se emplean medidas de control para cada una de las operaciones realizadas que permiten identificar la efectividad de cada una y garantizan las características propias deseadas para el producto final.

Fase 2. Formulación básica para elaboración de un helado de nieve a de yacón.

Para la segunda fase de esta investigación se estudiaron múltiples formulaciones para obtener un helado de nieve a partir de yacón que cumpla con las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas propias del producto. Para ello se identificaron las variables a controlar y monitorear, las cantidades de materias prima e ingredientes que deben ser analizadas al detalle hasta llegar a la formulación objetivo que cumpla con los lineamientos normativos establecidos y que satisfaga las necesidades del consumidor.

Fase 3. Estandarización del proceso para la obtención del helado de nieve a partir de yacón.

Para estandarizar el proceso se basó en la formulación establecida, mediante pruebas y ensayos previos para identificar los diferentes factores variables, posteriormente se realizó un diseño experimental teniendo en cuenta las variables que afectan el proceso como son: solidos totales del edulcorante, 2 solidos totales de la pulpa, 3 volúmenes. Además, se tendrá en cuenta los mecanismos de control de las

operaciones como lo son en la recepción de la materia prima el tamaño del yacón y su grado de madurez, adecuación de la materia prima pelado y troceado en pequeños cubos, control de las temperaturas y tiempos de procesos de escaldado y pasteurización, alistamiento de ingredientes como estabilizantes y edulcorantes, batido de helado e incorporación de aire.

Fase 4. Evaluación del helado de nieve a partir de yacón según los parámetros organolépticos fisicoquímicos y microbiológicos establecidas en la normativa legal vigente.

Para la evaluación de los análisis organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos del helado de nieve a partir de yacón según los lineamientos establecidos en la normatividad colombiana vigente de alimentos NTC 1239 de 2002 - Helados y mezclas para helados, para los análisis microbiológicos se cuenta con el apoyo del SENA, los análisis fisicoquímicos como Brix, pH, se realizan dentro los resultados y análisis de la investigación, finalmente para evaluar las características organolépticas del helado y su aceptación en el mercado se realiza una evaluación con escalas y se pregunta a los panelistas elegidos si el producto final les agrada o no le agrada, posteriormente se realiza un análisis estadístico.

III. RESULTADOS Y DISCUSION.

A. Desarrollo del proceso para la obtención del helado de nieve a partir de yacón.

En la primera fase se determinó el proceso productivo para la elaboración del helado de nieve a partir de yacón.

1. Diagrama de flujo del prototipo

El diagrama de flujo especificado en la figura 1. proporciona la información requerida para el proceso de elaboración del helado de nieve a partir de yacón, se establecen cada una de las etapas del proceso que deben llevarse a cabo para el desarrollo del producto final.

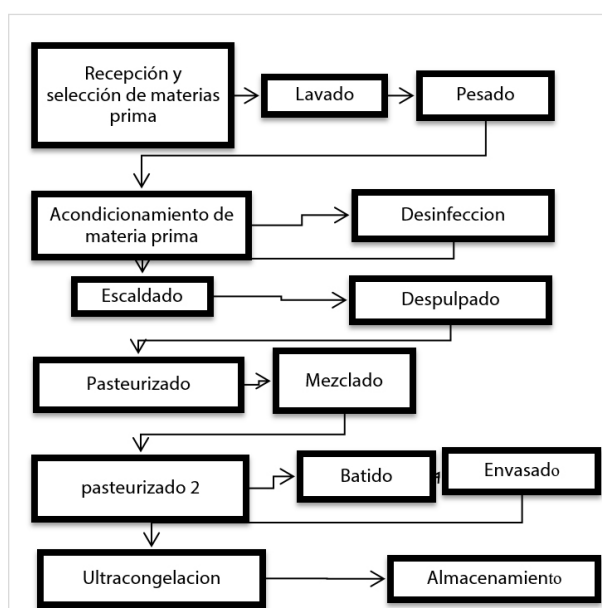


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de helado de nieve a partir de yacón.

Fuente: autores

2. Descripción del proceso para desarrollo del proceso para la obtención de un helado de nieve a partir del yacón.

Recepción de materia prima: se recibe la materia prima se observa las condiciones organolépticas del yacón, se pesa para saber qué cantidad de desperdicio se obtendrá después que se haga el proceso de pelado, se selecciona y se clasifica según requerimientos establecidos para la elaboración del helado, producto no magullado, que no tenga presencia de plagas,

que no este partido, que sea de un tamaño de aproximadamente 15 cm.

Lavado: se procede a lavar el yacón por su parte externa con abundante agua filtrada para eliminar el exceso de partículas de tierra que pueda contener por su naturaleza de tubérculo.

Pesado: se procede a realizar el pesaje del yacón previamente lavado, e iniciar a realizar los cálculos operacionales para la formulación del helado.

Acondicionamiento de materia prima: en esta etapa se procede a pelar el tubérculo con un rebanador de manera muy rápida para evitar el pardeamiento enzimático luego se cortar en trozos cúbicos de 5 cm a 7 cm de grosor, en esta etapa se usó ácido ascórbico al 0.002 % como antioxidante

Desinfección: se procede a desinfectar el yacón en trozos con hipoclorito de sodio a 15 ppm durante 5 minutos para minimizar la carga microbiana.

Escaldado: Se escalda el yacón a temperatura de 100 °C por 10 minutos para inactivar las enzimas, ablandar tejido, fijar color.

Despulpado: se tritura el yacón en su totalidad hasta obtener una pulpa.

Pasteurizado 1: se pasteuriza la pulpa de yacón a temperatura de 75°C por 2 minutos para eliminar la carga microbiana.

Mezclado: se mezcla la pulpa de yacón previamente pasteurizada con el estabilizante y edulcorante con la precaución de no formar grumos, hasta que se compacten todos los ingredientes y quede homogéneo.

Pasteurizado 2: se pasteuriza el mix del helado de nieve a partir de yacón a 75 °C por 2 minutos

Batido: se agrega agua filtrada a la heladera junto al mix de yacón, durante 20 minutos para que se dé la incorporación de aire.

Envasado: se procede a realizar el llenado del helado implementando contenedores de 300 mL

Ultracongelación: Se ultracongela a temperaturas de -35°C por 30 minutos

Almacenamiento: se mantiene en congelación a temperatura de -18 °C.

En el proceso de escaldado donde se quería evitar el pardeamiento enzimático de la pulpa de yacón, y el tamaño de los cubos para el troceado, se implementó la tecnología de escaldado a 100°C por diez minutos para lograr la inactivación de enzimas, ablandar el tejido y fijar el color del tubérculo simultáneamente en investigación realizada por María de Fátima Gomes del 2018 expresa que para la inactivación de enzimas en su tratamiento empleo temperaturas de 85°C por 5 minutos evitando que el producto se pardeara, al momento de ensayar el tratamiento propuesto por María de Fátima Gomes se observó pardeamiento de la pulpa para el helado de yacón sin embargo el ensayo permitió estandarizar la temperatura y tiempo de escaldado que se requiere para la elaboración del helado de nieve a partir de yacón

B. Estandarización de la formulación

Para determinar el tratamiento deseado que se aplicaron al helado de nieve a partir de yacón, se realizaron 9 pruebas, resultantes de la combinación de factores de estudio con sus diferentes valores. Los procesos se analizan en la siguiente tabla.

Tabla 2.

Factores de estudio del helado de nieve a partir de yacón.

Tratamiento	Solidos totales del edulcorante %	Solidos totales de la pulpa %	Tiempo min
T1	0	35	10
T2	0	35	15
T3	0	35	20
T4	1.5	40	10
T5	1.5	40	15
T6	1.5	40	20
T7	2.8	46	10
T8	2.8	46	15
T9	2.8	46	20

Fuente: Autores.

Nota: Estos nueve tratamientos son el resultado de la combinación de los factores de estudio el tiempo está representado en minutos. Fuente: Autores.

3. Formulación

Se establecen las formulaciones evaluadas para la obtención del helado de nieve a partir de yacón.

Tabla 3.

Formulaciones realizadas del helado de nieve a partir del yacón.

Ingredientes	Fórmula 1 (%)	Fórmula 2 (%)	Fórmula 3 (%)
Yacón	25	20	18
Guanábana	21	20	17
Agua	45	45	40
Maltodextrina	5.4	5.0	3.5
Ácido cítrico	0.2	0.1	0.0
Estabilizante	0.6	0.4	0.2
Edulcorante	2.8	1.5	0

Nota: el estabilizante usado lleva como nombre comercial lycream, el edulcorante lleva como nombre comercial sorbitol.

Fuente: Autores.

A partir de los análisis resultantes de pruebas sensoriales de las anteriores formulaciones se concluye que, para los autores y los directores asesores del estudio de investigación, la formulación número tres de la tabla numero 3 es la más aceptada y cumple con los requisitos establecidos. La formulación elegida fue la siguiente:

Tabla 4.

Formulación final.

Ingrediente	Cantidad %
Yacón	25
Guanábana	21
Agua	45
Maltodextrina	5.4
Ácido cítrico	0.2
Estabilizante	0.6
Edulcorante	2.8

Fuente: Autores.

C. Análisis para la determinación del grado de aceptabilidad del helado de nieve a partir de yacón.

Para realizar la prueba de evaluación organoléptica, se aplicó una encuesta con escala hedónica de nueve puntos, a 30 panelistas no entrenados con edades en un rango entre los 18 años a los 56 años, Siendo uno me disgusta extremadamente y el nueve me gusta extremadamente.

Los panelistas fueron elegidos en CEDAGRO. La encuesta realizada fue para evaluar la aceptación del helado de nieve a partir de yacón identificado con el código 111, Código 222, Código 333 probado por los panelistas no entrenados, arrojando los siguientes resultados:

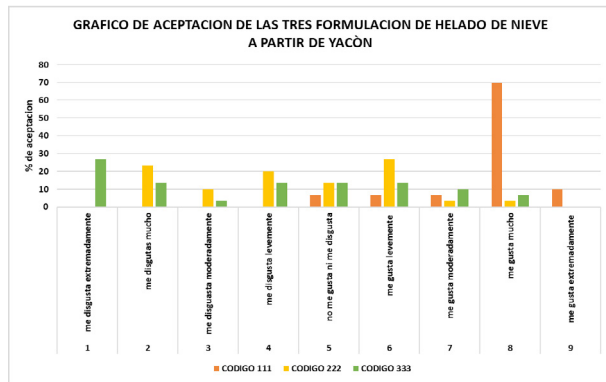


Figura 2. Gráfico de aceptación de las tres formulaciones del helado de nieve a partir de yacón.

Fuente: Autores.

En este gráfico se logra observar que la muestra con código 111 de color naranja y correspondiente a :25 % de yacón; 21% de guanábana ;45 %de agua ;5.4% de maltodextrina; 0.2% de ácido cítrico ;0.6% de lycream y 2.8% de sorbitol tuvo un 70 % de aceptación bajo la escala de me gusta mucho.

Tabla 5.

Análisis de varianza para prueba hedónica.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	RELACION F	
				CAL-CU-LADA	TABU-LADA (p≤0,05)
TOTAL(T)	89	541,39			
TRATAMIENTO (Tr)	2	240,96	120,48	44,31	3,33
PANELISTA(P)	29	142,72	4,92	1,81	1,66
ERROR €	58	157,71	2,72		

Fuente: Autores.

De acuerdo los resultados estadísticos del análisis de varianza ANOVA, donde se consideró un valor del 5%. De acuerdo con esto se establece que los valores F calculados deben ser superiores a los valores F tabulados. Dado que el valor F calculado para los tratamientos es

de 44,31 y es superior al valor F tabulado que es 3,33 se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos. Por otro lado, el valor F calculado para los panelistas que fue de 1,81 siendo mayor al F tabulado que fue de 1,66 se llega a la conclusión que existe una diferencia significativa ($p \leq 0,05$), entre los tratamiento y panelistas. Analizando que entre el tratamiento hubo diferencias significativas se definió la formulación que mayor aceptación tuvo.

1. Parámetros organolépticos.

Al helado de nieve a partir de yacón se le determinaron las características organolépticas que contiene, se relacionan estas mismas en la siguiente tabla.

Tabla 6.

Parámetros organolépticos del helado de nieve a partir de yacón.

Características organolépticas	Color	Blanco característicos del yacón y la guanábana
	Olor	Propio a sus componentes
	Sabor	Característico, propio del yacón y la guanábana
	Textura	Suave, cremoso
	Apariencia	Libre de grumos, contiene fibra de la pulpa de yacón y guanábana.

Fuente: Autores

2. Parámetros fisicoquímicos.

Los análisis fisicoquímicos realizados al helado de nieve a partir de yacón fueron exigidos por

Normativa Técnica Colombiana 1239 de 2002 para helados y mezclas de helados, los resultados de este análisis se muestran en la tabla 7.

Tabla 7.

Resultados de análisis fisicoquímicos del helado de nieve a partir de yacón.

Resultados fisicoquímicos Helado de yacón			
Parámetro	Método	Parámetro de referencia NTC 1239	Resultado
Grasas, %m/m, min	Soxleth	-	0,9%
Colesterol	Cromatografía	-	0 mg
Carbohidratos	Gravimétrico	-	14,3%
Proteínas	Kjledal	-	1,2%
Fibra	Gravimétrico	-	1,4%
Calcio	Cromatografía	-	40 mg
pH	Cromatografía	-	4,8
Sólidos totales, %m/m, min	Cromatografía	Min15°-Brix	21° Brix
Relación peso volumen	Gravimétrico	Min415	492

Fuente: Laboratorio-SENA.

Los resultados obtenidos muestran que el producto cumple con las especificaciones de la NTC 1239 el cual contiene un 14.3 % de carbohidratos correspondiente a los fructooligosacáridos lo que lo hace un helado apto para personas diabéticas, en sobrepeso y personas que tienen un interés por consumir alimentos con bajo contenido calórico 0.9% de grasa y 0 mg de colesterol.

3. Parámetros Microbiológicos.

Los análisis microbiológicos realizados al helado

de nieve a partir de yacón fueron exigidos por la NTC 1239 de 2002 y los resultados arrojados fueron los siguientes:

Tabla 8.

Resultados de análisis microbiológicos del helado de nieve a partir de yacón.

Informe de resultados microbiológicos							
Producto	Tipo de análisis	Norma de referencia	n	m	M	c	R
Helado de nieve a partir de yacón	Recuento de Coliformes totales, UFC/g.	NTC 1239	5	100	200	2	<3
	Detección de Salmonella 25 g	NTC 1239	5	0	-	0	0
	Recuento de Escherichia Coli/g	NTC 1239	5	<1	-	0	0

Fuente: Laboratorio-SENA

El análisis microbiológico, demostró que el producto en estudio cumple con las normatividades establecidas para este control, debido a que los resultados se encuentran dentro de los índices de calidad microbiológica para este tipo de productos.

IV. CONCLUSIONES

Se obtuvo helado de nieve a partir de yacón con aceptación en el mercado y cumpliendo con los lineamientos de la NTC 1239 para helados y mezclas de helados

Se definieron las operaciones unitarias requeridas para la elaboración de un helado de nieve reseñadas en el diagrama de flujo del

proceso de elaboración del helado de nieve a partir de yacón.

Se identificaron mecanismos de control en cada etapa del proceso que permitieron monitorear el proceso para lograr estandarizar la formulación del helado, el escaldado del yacón a 100 °C por 10 minutos es fundamental ya que en los tratamientos realizados se observa pardeamiento enzimático del tubérculo al igual que trocear en cubos de 5 cm facilita la inactivación de las enzimas.

Se determinó el proceso tecnológico para la elaboración de helado de nieve a partir de yacón

Se estandarizó la formulación y proceso de elaboración del helado de nieve a partir de yacón utilizando la formulación número 3 el cual contenía un 25% de yacón cuyo tubérculo

La formulación más aceptada por los encuestados fue la número 3, la cual presentó una 70% de nivel aceptación dentro de la escala hedónica de nueve puntos, indicando me gusta mucho, los panelistas no se inclinaron por los extremos, solo un porcentaje.

Se concluye que el uso de sorbitol y maltodextrina como alternativas de la sacarosa en helados a base agua, lo hacen un alimento con bajo contenido calórico.

Se obtuvo un helado de nieve a partir de yacón que cumple con los parámetros fisicoquímicos establecidos en la NTC 1239.

El helado de nieve a partir de yacón arroja un 0.9 % de contenido de grasa lo que lo hace un helado con bajo contenido de kcal, ideal como alternativa de consumo saludable.

Se obtuvo un 14,3% de carbohidratos que corresponden al contenido de azúcar: fructooligosacáridos que son asimilados por las personas diabéticas.

V. REFERENCIAS

- Araya LH, Lutz RM. (2003) Alimentos Funcionales y Saludables. Revista Chilena de Nutrición., vol.30, no.1, p.8-14. Disponible en: (Consulta: 2018)
- Arias, Mario Lobo. (2013) Recursos genéticos y mejoramiento de frutales andinos: una visión conceptual. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria; Vol. 7, Núm. 2 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Agustí, M. 2004. Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 493 p
- Belščak-Cvitanović, Komes, Dujmović, Karlović, Biškić, Brnčić, & Ježek. (2015).
- Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives. Food Chemistry, 167, 61-70.
- Blanco Dialinis. (2017) elaboración de un néctar a base de yacón (*smallanthus sonchifolius*), pera (*pyrus communis* L) y Stevia (*Stevia rebaudiana*) Como una bebida funcional, tesis de postgrado, Servicio nacional de aprendizaje SENA - Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial CENADAGRO, Sabanalarga-Atlántico
- CAMACHO, Guillermo. (2001) Conferencia sobre: Obtención y conservación de pulpas de frutas. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Castro, Vilaplana, & Nilsson. (2017). Characterization of a water

- soluble, hyperbranched arabinogalactan from yacon (*Smallanthus sonchifolius*) roots. *Food Chemistry*, 223, 76-81.
- FAO (Food and Agricultural Organization). (1996). *Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome: FAO.
- García-Almeida. JM, Casado Fdez, Gracia M, García J. (2013). Una visión global y actual de los Edulcorantes. Aspectos de regulación. [En línea]. [Citado el: 30 de Marzo de 2014.] <http://www.redalyc.org/Articulo.oa?id=309227005003>. 1699-5198
- Genta et al. S.Genta, W. Cabrera, N.Habib, J.pons, I.M. Carillo, A Grau, S. sanchez .(2009) Yacon syrup: beneficial effects on obesity and insulim resistance in humans *Clin. Nutr.*, 28 (2) (2009), pp. 182
- Gibson, GR; Roberfroid, MB (. 1995) Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics.
- Hernández M. (2014) Desarrollo de cuatro formulaciones de helado a base de agua con bajo contenido de azúcar y enriquecidos en vitamina C (Titulo pregrado) Universidad Rafael Landivar facultad de ciencias de la salud licenciatura en nutrición. Guatemala.
- Jitrayut Jitonnorn, James R. Ketudat-Cairns, Supa Hannongbua. (2018) QM/MM modeling of the hydrolysis and transfructosylation reactions of fructosyltransferase from *Aspergillus japonicus*, an enzyme that produces prebiotic fructooligosaccharide, *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, Volume 79, , <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1093326317306563>
- Herrera Giraldo, S. L., Adriana, P. T., Luz, M. C., & Nancy Aurora, A. C. (2012). Promoción de una alimentación saludable: Experiencia en tunja, colombia. *Avances En Enfermería*, 30(1), 55-63. Retrieved from <https://search-proquest-com.bdigital.sena.edu.co/docview/1677644592?accountid=3149>
- L.D. Reina, I.M. Pérez-Díaz, F. Breidt, M.A. Azcarate-Peril, E. Medina, N. Butz, (2015) Characterization of the microbial diversity in yacon spontaneous fermentation at 20°C, *International Journal of Food Microbiology*, Volume 203, Pages 35-40, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816051500135X>
- M.J. Galiano Segovia, J.M. Moreno Villares1 *Pediatra*. (2018) Centro de Salud «María Montessori».
- Leganés (Madrid). 1 *Pediatra*. Unidad de Nutrición Clínica. Hospital Universitario 12 de octubre. Madrid
- Manrique, Iván; Párraga, Adelmo, Hermanan, & Michael. (2005) Jarabe de yacón: Principios y Procesamiento. En: *Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo* No. 8A. Lima, Perú.
- Mendoza Rolando, Herrera Aníba. (2012) Cinética de Inactivación de la Enzima Peroxidasa, Color y Textura en Papa Criolla (*Solanum tuberosum* Grupo phureja) sometida a tres Condiciones de Escaldado Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía.
- Nielsen (2017) Aumentó en un 4.2% el consumo de alimentos saludables en Colombia, RCN radio <https://www.rcnradio.com/clicks/aumento-4-2-consumo-alimentos-saludables-colombia>
- Norma Técnica Colombiana. (18 de septiembre de 2002). *Helados y mezclas para helados*. Larico Roció, (2016) *Elaboración de Helado*

- Dietético a partir de Jarabe de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) con características Prebióticas-Revista de Investigación. Altoandino. 2016; Vol 18 N° 1: 77 – 82
- Parussolo, Busatto, Schmitt, Pauletto, Schons, & Ries. (2017). Synbiotic ice cream containing yacon flour and *Lactobacillus acidophilus* NCFM. LWT - Food Science and Technology, 82, 192-198.
- Poepp. & Endl. (2014) Producción de semillas en yacón (*Smallanthus Sonchifolius*). mediante técnicas de polinización controladas. Ecol. apl. [online], vol.13, n.2, pp.135-145. ISSN 1726-2216
- Puerta, M. F. P., & García, M. A. (2013). Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (*smallanthus sonchifolius* poep. & endl) H. robinson colectados en la ecorregión eje cafetero de Colombia. Revista De Investigación Agraria y Ambiental, 4(2), 97-116. Retrieved from <https://search-proquest.com.bdigital.sena.edu.co/docview/1511120087?accountid=31491>
- Ramos, y., perez, m., orozco, g., hernández, l., franco, a., barrios, a., y salazar, n. (2017). Influencia de la materia prima para la elaboración de jugo de manzana en la síntesis de polifenoloxidasas y compuestos de sabor. Interiencia, 42 (8), 509-514.
- Silva, Maria de Fátima Gomes Da, Dionísio, Ana Paula, Abreu, Fernando Antonio, Pinto de, Brito, Edy Sousa de, Wurlitzer, Nedio Jair, Silva, Lorena Mara Alexandre E, . . . Pontes, Dorasilvia Ferreira. (2018). Evaluation of nutritional and chemical composition of yacon syrup using ¹H NMR and UPLC-ESI-Q-TOF-MSE. Food Chemistry, 245, 1239-1247.
- Svobodová E., Z. Dvoráková, P.H. Cepková, I. Viehmannová, L. Havlícková, E. Fernández, D. Russo & G. Meza. (2009). Genetic diversity of yacón (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson) and its wild relatives as revealed by ISSR Markers. Journa

Aglomerado de cascarilla de arroz y HDPE, para elaboración de mobiliario en viviendas de interés social

Johandra Mantilla¹

Laura Acosta²

Hollman Aponte³

RESUMEN

Los residuos sólidos ordinarios causan problemas ambientales en zonas rurales y urbanas. Los impactos ambientales asociados tienen una repercusión en el ser humano y en el entorno debido a que su almacenamiento ocupa grandes espacios. Por otra parte, la generación de residuos agroindustriales ocurre durante los procesos relacionados con el cultivo y obtención de materia prima o en sus actividades de procesamiento, dando como resultado la contaminación en el suelo y el agua afectando fuentes superficiales y subterráneas; no obstante, generan una contaminación mínima en la atmósfera debido a las emisiones provenientes de las operaciones que incluyen en su proceso material particulado, óxido de azufre, óxidos nitrosos, hidrocarburos y otros compuestos orgánicos.

Con lo anterior se plantea un proyecto de investigación en el desarrollo de un material aglomerado que contenga como materia prima cascarilla de arroz y como aglutinante polimérico el HDPE, LDPE, PP, PS y PLA. Dadas las propiedades físicas y mecánicas resultado de la mezcla de los materiales se pretende desarrollar mobiliario para viviendas de interés social con características de bajo costo de fabricación, durabilidad y resistencia siendo sostenibles en el tiempo para generar un valor agregado a la reutilización de los residuos sólidos y agroindustriales. A la hora de realizar las probetas de los materiales seleccionados se deduce que el proceso idóneo para la compactación de los dos agregados es el calentamiento previo de los polímeros para luego adicionar el material agroindustrial, de esta manera se obtiene una mezcla más homogénea.

Palabras clave: Residuos sólidos, Agroindustria, Aglomerados, Mobiliario.

ABSTRAC

Ordinary solid waste causes environmental problems in rural and urban areas. The associated environmental impacts have an impact on the human being and the environment because their storage occupies large spaces. On the other hand, the generation of agroindustrial waste happens during the processes related to the cultivation and obtaining of raw material or in its processing activities, resulting in contamination in soil and water affecting surface and underground sources; however, they generate minimal pollution in the atmosphere due to emissions from operations that include particulate matter, sulfur oxide, nitrous oxides, hydrocarbons and other organic compounds.

According with the last, a project is proposed with the development of an agglomerated material that contains rice husk as raw material and HDPE, LDPE, PP, PS and PLA as polymeric binder. Given the physical and mechanical properties resulting from the mixture of materials, the intention is develop furniture for low-income housing with features of low manufacturing cost, durability and resistance being sustainable over time to generate added value for the reuse of solid waste and agroindustrial materials. At the time of making the samples of the selected materials, it can be deduced that the ideal process for the compaction of the two aggregates is the previous heating of the polymers to then add the agroindustrial material, in this way a more homogeneous mixture is obtained.

Keywords: Solid waste, Agroindustry, Agglomerates, Furniture.

¹ Centro Industrial del Diseño y la Manufactura, Sena, Colombia. Email: jvmantilla@sena.edu.co

² Centro Industrial del Diseño y la Manufactura, Sena, Colombia. Email: lau.fer.acosta.g@gmail.com

³ Centro industrial del Diseño y la Manufactura, Tecnoparque nodo Bucaramanga, Sena, Colombia Email: hoaponte@sena.edu.co.

I. INTRODUCCIÓN

En Colombia la industria del plástico ha sido la actividad con más dinamismo en las últimas décadas con un crecimiento anual del 7% (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004). Este aumento funda un panorama respecto a la producción de residuos en la industria del plástico en Colombia, en el cual se evidencia el impacto ambiental que se genera cuando el ciclo de vida del producto elaborado con esta materia prima ya cumple su etapa final de uso con el consumidor y es desechado en los botaderos a cielo abierto, práctica que predomina en la mayoría de los municipios del territorio colombiano. Generalmente la equivocada disposición de los residuos se debe a la falta de aplicación de tecnologías alternativas para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final, la falta de coordinación de recursos financieros por parte de los otros municipios entre otros. Para dar solución a esta problemática actual es necesario implementar tecnologías alternativas para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos es por esto que El gobierno nacional en su interés por minimizar este tipo de impacto al medio ambiente ha creado una estrategia liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible denominada: Programas Posconsumo de Residuos la cual va dirigida a promover la gestión ambientalmente adecuada de los residuos posconsumo con el fin de darle un tratamiento diferente en el momento de la recolección y disposición final para con ello evitar que se mezclen con los residuos de origen doméstico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f.).

Por otra parte, la agroindustria en Colombia además de hacer un aporte significativo en

el PIB con un 10,3% según cifra del DANE, genera en su disposición final residuos que no son aprovechados. No obstante, se conoce que en el departamentos de Santander existen dos tipos de cultivos; los transitorios que ocupan una superficie cultivada de 27.688 hectáreas y los permanentes con 139.129 hectáreas (Cámara de comercio de Bucaramanga, 2015), los residuos transitorios generados por las distintas actividades agrícolas en el departamento son el maíz, papa, yuca, tabaco y fríjol, y los residuos permanentes generados de las diferentes actividades transformadoras son la naranja, café, caña, piña y cacao. Considerando que los subproductos agroindustriales generados desde el proceso de siembra y los que se derivan de su manejo y comercialización constituyen a un serio problema de residuos en gran parte del mundo debido a que se han experimentado amentos en la producción y que además existen pocas alternativas para su aprovechamiento, sumando además la falta de conciencia en la protección del medio ambiente, provocando que estos se conviertan en fuentes de contaminaciones de los recursos naturales; suelo, agua y aire. (Centro de Promoción Tecnología Sostenible., 2003).

Sin embargo, los residuos de arroz, aunque no hacen parte de los dos tipos mencionados anteriormente provocan afectaciones al medio ambiente ya que se quema al aire libre lo cual induce a la generación de cenizas con un alto contenido de sílice el cual contamina en gran proporción al suelo.

De la necesidad del aprovechamiento de materiales posconsumo como los polímeros y los residuos agroindustriales surge el proyecto de investigación para el desarrollo de un material aglomerado compuesto por estos

dos tipos de residuos, que al ser mezclados, transformados y testeados puedan generar la materia prima óptima para el desarrollo de mobiliario multifuncional para espacios reducidos en viviendas de interés social. Es por esta razón que se presenta en el presente artículo en la primera sesión la metodología empleada para la selección de materiales a emplear y sus respectivas caracterizaciones química. En la segunda sesión se presentan los resultados obtenidos de acuerdo a la metodología planteada, destacando los análisis químicos y la elaboración de las probetas. Finalmente se realiza lo concluido hasta el momento.

II. METODOLOGÍA

En la metodología descrita en la gráfica 1 se contemplan las 4 fases a realizar para el desarrollo del proyecto, la primera de ellas es el estado del arte, luego la selección de materiales, la caracterización y finalmente la elaboración de probetas. Cabe resaltar que el proyecto se encuentra en curso por esta razón se presentan algunas muestras de probetas realizadas en el laboratorio de química.

Las probetas de material obtenidas resultado del proceso anterior deben someterse a pruebas mecánicas y de resistencia de materiales derivados de los requerimientos para el diseño del mobiliario.



Figura 1 Metodología.

Fuente: Elaboración propia

III. RESULTADOS

Para esta fase y siguiendo la metodología de trabajo, se genera en primer lugar un estado del arte para contextualizar el propósito del proyecto y analizar las investigaciones desarrolladas en temas de residuos pos consumo y residuos agroindustriales y sus posibles aplicaciones en procesos y artefactos, así mismo cómo pueden estar presentes en procesos de generación de propuestas de nuevos aglomerados a nivel mundial. De la revisión bibliográfica anteriormente realizada se concluyó que, aunque se están desarrollando procesos para el aprovechamiento de los residuos Agroindustriales y los posconsumos son limitados los que se atreven a realizar procesos de aglomeración con ambos suministros por lo que se puede determinar que la generación de alternativas para aglomerados con estas variaciones son pocas actualmente.

Seguidamente se realiza el proceso de selección de materiales en donde se tienen en cuenta los residuos posconsumo y agroindustriales mencionados anteriormente puesto que son los que se generan en mayor proporción en el departamento de Santander si se tiene en cuenta que en el departamento se deberían aprovechar cerca del 20% de los residuos sólidos pero por diversos motivos solo se aprovecha el 2,4%. (Ardila, 2017). Teniendo en cuenta las cifras anteriores se realiza una jerarquización de los materiales respecto a las características requeridas para justificar la selección y es así como se decide usar el polietileno de alta densidad (HDPE) para esta primera etapa de pruebas con materiales posconsumo. Ceresana publica un estudio sobre el mercado mundial del HDPE, dicho estudio prevé un crecimiento

de una media de 2,7% anual hasta el 2024 (Interempresas, 2017).

Las aplicaciones del HDPE se pueden encontrar generalmente en la elaboración de utensilios domésticos, juguetes, botellas, envases de alimentos, detergentes y productos de limpieza entre otros, presenta características mecánicas importantes como la alta resistencia al impacto siendo ligero, flexible y tiene propiedades químicas importantes que aportan atributos a la concepción final del aglomerado.

Como resultado del análisis preliminar de los anteriores residuos agroindustriales, la cascarilla de arroz tiene una participación importante como materia prima puesto que la actividad arrocería del departamento registró una contribución importante respecto al área sembrada con un 1,0 y 4,2 punto porcentual (DANE, 2017). Teniendo una producción significativa de arroz se genera en igual medida afecciones al medio ambiente ya que la cascarilla presenta una estructura cerrada dificultando la combustión y por contener un alto índice de sílice (el 20%) es de muy baja biodegradabilidad en condiciones de ambiente natural. Cuando la cascarilla se somete a un proceso de quema genera un 17.8% de ceniza rica en Sílice (94%) (Valverde G, Sarria L, & Monteagudo Y, 2007), por tal razón se decide utilizar este residuo.

En el laboratorio por medio del método de calentamiento del material con una fuente de calor suministrada por gas propano y presión por medio de prensas manuales se logran obtener diferentes probetas de material, estas probetas contienen diferentes porcentajes de adiciones en su mezcla para generar distintas posibilidades y realizar

comparaciones posteriores respecto a pruebas mecánicas y físicas en un laboratorio de materiales.

La figura 2, explica el paso a paso para la realización de las probetas, evidenciando 5 pasos: 1. Cálculo de porcentaje de cada material, adición del aglutinante, calentamiento de los materiales, vertimiento en el molde y finalmente el prensado.



Figura 2. Proceso de elaboración de probetas.

Fuente: Elaboración propia

El molde inicial para la realización de las probetas tenía un diámetro de 50mm como se observa en la figura 3.

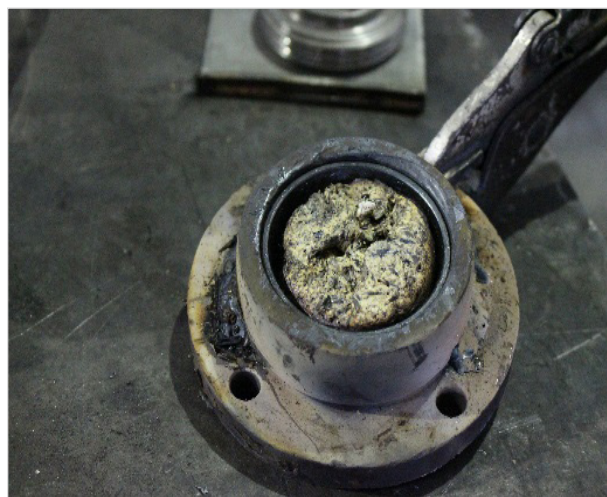


Figura 3. Molde inicial.

Fuente: Elaboración propia

Pero para efecto de cumplimiento con la norma ASTM 1037 (1992) y se opta por usar uno con dimensiones de 100 mm x 20 mm x 10mm como

se observa en la figura 4, para posteriormente ajustar las probetas a las medidas estipuladas en la norma y realizar el análisis mecánico teniendo en cuenta las medidas conformes a las pruebas y análisis de: flexión, compresión, absorción de agua y dureza a la penetración (Gaitan, Fonthal, & Ariza Calderon, 2016).



Figura 4. Molde rediseñado.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 se evidencian los porcentajes de las mezclas de Cascarilla de Arroz y HDPE desarrolladas para la primera probeta.

Tabla 1.

Porcentaje 50/50 de los materiales seleccionados

Material A (Ma):	Cascarilla de arroz		
Material B (Mb):	hdpe		
Peso del material A	Peso del material B		
100%	43,6g	100%	166,6g
75%	32,7g	75%	124,9g
50%	21,8g	50%	83,3g
25%	10,9g	25%	41,6g
MEZCLAS			
50/50	Ma 21,8 g	20% Ma	8,7
	Mb 83,3 g	20%Mb	33,3

Posterior a la selección del material y a la determinación de la cantidad de uso que en este caso es un 50/50 de ambos materiales, se realizó el proceso de adición del aglutinante que para el primer caso fue aceite lubricante como se observa en la figura 4, seguido se calentó y finalmente se prensó.



Figura 5. Primera probeta con cascarilla de arroz, hdpe y aceite lubricante.

Fuente: Elaboración propia.

Terminado el proceso propuesto en la figura 2, se observa que la probeta por condiciones del aglutinante genera un aspecto de quema del material y visualmente no es una textura limpia, por lo que se opta por el uso del aceite de palma.



Figura 6. Probeta con cascarilla de arroz, hdpe y aceite de palma. Fuente: Elaboración propia



Figura 7. Peso de la probeta con cascarilla de arroz, hdpe y aceite de palma.

Fuente: Elaboración propia

La figura 6 expone una probeta mucho más limpia visualmente y al tacto, logrando que el aceite de palma no se queme y así poder apreciar los elementos que componen al aglomerado.

Por su parte la figura 7 evidencia el peso de la probeta con el área mencionada anteriormente, arrojando un valor de 239.4gr respectivamente. Las proporciones usadas para la elaboración de esta segunda probeta son las mismas expuestas en la tabla 1. Se elaboró otra muestra de probeta con cantidades correspondientes al 25/75 de cantidad de uso, tabla 2.

Tabla 2.

Porcentaje 25/75 de los materiales seleccionados

Material A (Ma):		Cascarilla de arroz	
Material B (Mb):		hdpe	
Peso del material A		Peso del material B	
100%	43,6g	100%	166,6g
75%	32,7g	75%	124,9g
50%	21,8g	50%	83,3g
25%	10,9g	25%	41,6g
MEZCLAS			
25/75	Ma 10,9g	20% Ma	8,7
	Mb 124,9g	20%Mb	33,3

Siguiendo el paso a paso de la figura 2, pero variando el método de calentamiento de material, se adiciono en primera medida el HDPE para que este lograra una plastificación antes de ser adicionada la cascarilla, el resultado de esta variación en el proceso se evidencia en la figura 8.



Figura 8. Probeta con cascarilla de arroz, hdpe previamente calentado y aceite de palma. Fuente: Elaboración propia



Figura 9. Peso de la probeta con cascarilla de arroz, hdpe previamente calentado y aceite de palma.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Probeta con cascarilla de arroz, hdpe y aceite de palma.

Fuente: Elaboración propia

Al calentar el material previamente se logra una homogeneidad en ambas adiciones, logrado compactar de mejor manera la Cascarilla de arroz y el HDPE, así mismo se logra un acabado

más macizo, más liso y una textura visual más uniforme.

Se decidió hacer una prueba con un porcentaje de 75/25 para efectos de comparación, los porcentajes quedaron de la siguiente manera, tabla 3.

Tabla 3.

Porcentaje 75/25 de los materiales seleccionados.

Material A (Ma):		Cascarilla de arroz	
Material B (Mb):		hdpe	
		Peso del material A	Peso del material B
100%	43,6g	100%	166,6g
75%	32,7g	75%	124,9g
50%	21,8g	50%	83,3g
25%	10,9g	25%	41,6g
MEZCLAS			
75/25	Ma 32,7 g	20% Ma	8,7 g
	Mb 41,6 g	20% Mb	33,3 g

De igual modo se sigue el mismo paso de la figura 2, pero mezclando los dos materiales al mismo tiempo para lograr plastificarlos al tiempo lo que logra evidenciar que este porcentaje no es el adecuado para conseguir un material compacto, en la figura 8 se observa luego de unos minutos de calentamiento como el material nunca logro una consistencia homogénea.

Aun utilizando el aglutinante no se logra llegar a la plastificación deseada por lo que se descarta seguir utilizando esta proporción para la elaboración de próximas probetas.

IV. CONCLUSIONES

Durante la fase final de elaboración de probetas se observó que las mezclas correspondientes al 75% de cascarilla de arroz y 25% de HDPE no generaron un resultado favorable, puesto que en el proceso de plastificación del polímero este no cumplió con los requerimientos mínimos de homogeneidad debido a que había exceso de cascarilla. Para efectos de aglutinar la cascarilla de arroz y el polietileno de alta densidad se decide usar el aceite de palma logrando con esta adición un acabado mucho más limpio y visualmente más agradable, además facilitó un poco más el proceso. Además de esto, se adiciono un 20% de cada material por perdida, para mantener el volumen requerido en el área dispuesta del molde para la fabricación de la probeta.

V. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Centro Industrial del Diseño y la Manufactura por su apoyo y seguimiento en el proceso del proyecto, a Tecnoparque Nodo Bucaramanga por brindar los ambientes de trabajo, las herramientas y la asesoría de los profesionales expertos en el tema, al Semillero Artefacto del Centro Industrial del Diseño y la Manufactura por la vinculación de la Aprendiz y por sus asesorías y finalmente a la Msc. Gianina Garrido Silva por su orientación y asesoramiento durante del proceso.

VI. REFERENCIAS

2016 ISO. (2016). Organisation Internationale de Normalisation . Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:6892:-1:ed-2:v1:en>

Ardila, E. K. (22 de Octubre de 2017). Buman-

gueses solo reciclan el 2,4 % de sus residuos sólido. Vanguardia Liberal .

Cámara de comercio de Bucaramanga. (2015). Actividad AGRÍCOLA Santander 2015. Cámara Directa, 1.

Centro de Promoción Tecnología Sostenible. (2003). Guía técnica de Producción más Limpia para Curtiembres. Otras Medidas de Producción más Limpia: Valoración de Residuos.

DANE. (2017). Encuesta Nacional de Arroz mecanizado . Bogotá.

Interempresas. (2017). El polietileno de alta densidad crecerá un 2,7% anual hasta 2024. Interempresas.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). www.minambiente.gov.co. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/28-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana#programa-posconsumo-de-residuos>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). Sector Plásticos: Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y Manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo. Bogotá.

Valverde G, A., Sarria L, B., & Monteagudo Y, J. P. (2007). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FISI-COQUÍMICAS DE LA. pereira : Scientia et Technica.



Educación financiera que cambia vidas desde el colegio

Gustavo Adolfo Castillo¹

Alexander Ramírez²

RESUMEN

La educación financiera es un tema que ha tomado relevancia en los últimos años, y a su vez, bastante amplio de abordar. Las personas constantemente se ven expuestas a situaciones donde la toma de decisiones en este sentido cobra mucha importancia. Colombia es un país que tal parece no escapa a los desafíos en cuanto a la formación en temas financieros, pero los resultados esperados, tal y como lo muestran entre otros la prueba pissa, evidencian poco avance al deseado en este sentido.

SARA, surge a partir de la intención de facilitar los procesos de educación financiera como una propuesta innovadora que pretende capacitar a los estudiantes de décimo y once del Colegio Villemar El Carmen de la ciudad de Bogotá, en el manejo adecuado de sus finanzas personales mediante el diseño de un demo educativo que contiene módulos básicos en temas financieros. De esta manera, el resultado más importante que se quiere lograr es que por medio de las herramientas que se brindan en la plataforma, los estudiantes puedan llegar a la educación superior y así mismo puedan mejorar su calidad de vida alineado al cumplimiento de su proyecto.

Palabras clave: Proyecto de vida, Finanzas personales, Pensum académico, Sara, inclusión financiera.

ABSTRACT

Financial education is a fairly broad subject to address, and in turn a fairly fundamental subject for people's lives in general. It is a subject that has been talked about a lot all over the world, but about which little has really been done.

Sara is an innovative proposal that aims to train tenth and eleventh grade students of Colegio Villemar El Carmen in the city of Bogota, in the proper management of their personal finances through the design of an educational demo that contains basic modules on financial issues in the second half of 2019. In this way, the most important result that we want to achieve is that through the tools provided in the platform, students can reach higher education and improve their quality of life while fulfilling their life project at the same time.

Keywords: Life Project, Personal Finance, Academic Curriculum, Sara, Financial Inclusion

¹ Ingeniería Industrial, Especialización en Evaluación Y Desarrollo de Proyectos, Grupo de investigación desarrollo e innovación del sector financiero.GIDISF, tavocas@misena.edu.co

² Aprendiz del programa de de Tecnólogo en gestión bancaria y entidades financieras, Grupo de investigación desarrollo e innovación del sector financiero.GIDISF, alexram0315@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

La educación financiera es un tema bastante amplio y afecta gran parte de las decisiones responsables que una persona vaya a tomar en su vida financiera. La carencia de este conocimiento vital facilita que muchas personas realicen prácticas financieras poco inteligentes, costosas, que deben asumir por periodos prolongados de tiempo y que terminan retrasando, en un contexto más general, el desarrollo económico del país.

No obstante, este desconocimiento no es de unos pocos. La gran mayoría de las personas no conocen este tema porque, en el colegio, que es un lugar de desarrollo cognitivo, conceptual y humano, no se dan nociones básicas acerca del manejo del dinero y no se brindan las herramientas necesarias para poder educar financieramente a los estudiantes. Cabe resaltar, que el tema de la educación financiera es un tema bastante abordado desde hace varios años y ha sido incluso objeto de múltiples debates que han llevado a la acción al sector financiero a exigir a las entidades vigiladas brindar una adecuada educación financiera a los consumidores financieros. Sin embargo, estos métodos de enseñanza se han limitado a educar exclusivamente a la población que es consumidora de productos financieros y que vienen a familiarizarse con el tema de la educación financiera hasta que adquieran los ya mencionados.

Por eso la importancia de implementar en la malla curricular de los colegios un espacio que permita dar a los estudiantes nociones básicas de educación financiera que no solo les permitirán mejorar su calidad de vida, sino que también

les dará la posibilidad de vincularse al sistema financiero de manera más informada.

Lo que se pretende mostrar con esta investigación es identificar una problemática que sea evidente en nuestra sociedad y que ha arrojado resultados no tan positivos en materia de desarrollo y calidad de vida y además brindar una posible solución aplicable en el ámbito escolar, que capacite a los estudiantes de décimo y once del Colegio Villemar El Carmen de la ciudad de Bogotá, en el manejo adecuado de sus finanzas personales mediante el diseño de un demo educativo que contiene módulos básicos en temas financieros en el segundo semestre de 2019.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo esta investigación fue necesario el planteamiento de 3 objetivos representados en 3 fases. El alcance de esta investigación llegara hasta la creación de la herramienta tecnológica. En un mediano plazo, la prueba piloto y la evaluación de los resultados pueden ser objeto de estudio para otro proyecto. A continuación, se verán relacionados tanto objetivos como fases para un mayor entendimiento del objeto general de estudio del presente artículo.

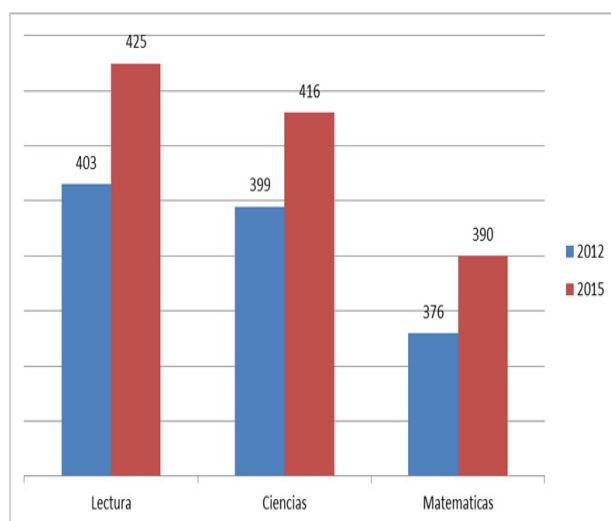
Fase I: Revisión bibliográfica

Objetivo: Realizar una revisión bibliográfica acerca de la falta de educación financiera en los colegios públicos y su impacto en la sociedad

- *Teórica*

Para el cumplimiento de esta fase, se tuvieron en cuenta, desde lo académico, varios antecedentes:

1. Resultados pruebas PISA años 2012-2015:
Las pruebas PISA son un instrumento por el cual la gran mayoría de los países del mundo son evaluadas a nivel educativo. Colombia se posicionó en la casilla 59 de 70 lo cual indica un bajo rendimiento en estas pruebas a nivel general. A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos en 3 de las áreas que se evalúan en los años 2012 y 2015.



Grafica 1. Resultados pruebas pisa 2012 y 2015

Fuente: Revista semana (2016)

Como se pudo observar anteriormente, los resultados de las áreas de lectura, ciencias y matemáticas del año 2015 frente a los de 2012 han mejorado notablemente. Sin embargo, los resultados obtenidos en el área de matemáticas frente a las otras áreas no superan los 400 puntos lo que muestra un panorama poco alentador en esta materia.

Las preguntas en el área de matemáticas suelen componerse de variables tales como: análisis y comprensión de textos, formulación de operaciones y educación financiera. Este último llama mucho la atención puesto que en

las escuelas no se dan nociones básicas acerca de esta área tan importante para la vida y si se desean obtener mejores resultados en esta prueba, se debe impartir e implementar en el currículo escolar esta materia que vaya más allá de charlas ocasionales.

2. Informes de la OCDE (Organización para el desarrollo económico) en materia de educación financiera.

Varios organismos internacionales como la OCDE han recomendado enseñar Educación Financiera en los colegios como parte del currículo, tomando en consideración el tiempo que requiere generar hábitos responsables y duraderos en las personas. Esta recomendación fue reforzada por la crisis económica de 2008, entre las causas se encuentra la falta de conocimiento y criterio de los consumidores financieros a la hora de evaluar los riesgos y beneficios a los que se someten a la hora de entablar relaciones con el sistema financiero. (Asobancaria, 2016).

Aunque hoy el 70% de los diez países con mayores puntajes en conocimientos financieros según PISA 2012 han integrado la educación financiera en sus programas escolares o universitarios, existen barreras que dificultan su masificación como la falta de apoyo político, de recursos, de organización del plan de estudios, de liderazgo en la articulación entre entes públicos y privados o simplemente la falta de experticia en el tema. (Asobancaria, 2016).

3. Estrategia Nacional de Educación Económica y Financiera.

El banco de la república por medio de uno de sus

boletines informativos, informo a la ciudadanía sobre la nueva estrategia de educación nacional de educación económica y financiera.

El Gobierno Nacional presentó el día 23 de junio de 2017 la Estrategia Nacional de Educación Económica y Financiera (ENEEF) que contribuirá a que los colombianos conozcan más de los productos financieros y de la economía.

El Ministro de Hacienda, Mauricio Cárdenas, como presidente de la Comisión Intersectorial de Educación.

Económica y Financiera, aseguró que con estas herramientas los colombianos podrán tomar mejores decisiones en el manejo de sus finanzas y protegerse frente al fraude y otros riesgos.

La Estrategia incluye un plan de trabajo focalizado en cinco segmentos poblacionales: educación formal, etapa activa, población vulnerable, microempresarios y la previsión para el retiro y la protección de la vejez. Incorpora además un sistema de monitoreo que permitirá evaluar el impacto y hacer seguimiento a las metas allí establecidas.

Igualmente, el jefe de la cartera de Hacienda y presidente de la Comisión Intersectorial destacó que la elaboración de la Estrategia contó con el concurso del sector privado y el apoyo técnico del Banco Mundial, y sigue recomendaciones internacionales en la materia, en particular de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

El titular de la cartera de Hacienda resaltó la importancia del trabajo de la Comisión

Intersectorial de Educación Económica y Financiera en la adopción de este plan de trabajo. Explicó que este órgano ha permitido consolidar un marco institucional propicio para coordinar y fortalecer las iniciativas públicas y privadas en temas de educación económica y financiera.

- *Legal*

La educación financiera no solamente ha sido objeto de debate en el ámbito académico, sino que también ha tenido repercusiones a nivel legal. De hecho, en nuestro país hay leyes que exigen promover y brindar la debida educación financiera a la población en general.

El congreso decreta el régimen de protección al consumidor financiero y lo hace valer a través de la vigilancia y supervisión de la superintendencia financiera de Colombia.

Ley 1328 de 2009: Esta ley tiene como objeto establecer los principios y reglas que rigen la protección de los consumidores financieros en las relaciones entre estos y las entidades vigiladas por la superintendencia financiera de Colombia.

Artículo 3: Las entidades vigiladas procurarán una adecuada educación de los consumidores financieros respecto de los productos y servicios financieros que ofrecen las entidades vigiladas, de la naturaleza de los mercados en los que actúan.

No obstante, estas disposiciones están dirigidas únicamente a las personas que tengan un producto o servicio que los vincule al sistema financiero colombiano. Por esta razón en el senado hacia el año 2014 se crea un proyecto de

ley en donde se decreta la cátedra de educación financiera en los colegios.

El senado por su parte, atendiendo a la constitución nacional en los principios establecidos en el artículo 67 y la ley 115 de 1994 se crea el proyecto de ley 49 de 2014.

Proyecto de ley 49 de 2014: Por la cual se establece la Cátedra de Educación Financiera en la Educación Básica y Media en Colombia. El Congreso de la República de Colombia.

Artículo 2°. Por medio de la presente ley se crea la Cátedra de Educación Económica y Financiera en Educación Básica y Media en Colombia.

Artículo 3°. Por medio de la presente ley se faculta al Ministerio de Educación para que incluya en el diseño de programas de educación básica y media, los contenidos necesarios para el desarrollo de competencias elementales, en economía y nociones básicas de educación financiera, según lo establecido en la Ley 115 de 1994.

Artículo 4°. Con el fin de mejorar el acceso a la información y educación económica y financiera de todos los sectores de la población, autorícese al Gobierno para que celebre convenios con entidades públicas y privadas de carácter nacional e internacional, para la implementación de programas de promoción y educación sobre estos temas.

Esta investigación atiende a esta última ley ya que se enfoca en el segmento estudiantil de educación media al cual va dirigida la propuesta. Además, ha habido pocas iniciativas que propongan algo que cree un impacto en el

estudiante para que este sea replicado en una ciudad o en el país.

Fase II: Resultados de la encuesta aplicada

Objetivo: Corroborar la ausencia de la educación financiera en los colegios públicos por medio de la aplicación de una encuesta a estudiantes de decimo y once.

El equipo de investigación realizó un trabajo de campo con estudiantes de la media educativa (Decimo y once) por medio de una encuesta que constaba de 2 descriptores:

Conceptual: Por medio de este descriptor se pudo medir el conocimiento de los estudiantes de la media académica en temas financieros más específicamente el manejo de sus finanzas personales. La encuesta estaba compuesta por 20 preguntas de las cuales 9 eran calificables y correspondían a este descriptor.

Las preguntas pretendían dar un panorama de qué tan familiarizados se encontraban los estudiantes con temas tales como: Ahorro, inversión, presupuesto, productos financieros y generalidades de la educación financiera.

Aprendizaje: Por medio de este descriptor se indagó si los estudiantes habían tenido algún contacto con temas de educación financiera en su colegio con el fin de evidenciar si se estaba implementando este tipo de educación en la malla curricular. Además, se buscaba indagar la manera en la que los estudiantes estaban aprendiendo ahora para poder presentar una propuesta que se acoplara más fácilmente a la necesidad de aprendizaje y contexto de los estudiantes de la media escolar.

Para evaluar este descriptor en la encuesta se agregaron 11 preguntas.

En la siguiente tabla se verán reflejados otros ítems que fueron indispensables para llevar a cabo dicha investigación.

Tabla 1.

Ítems de evaluación para establecer metodología de estudio

Tipo de investigación	Descriptiva-Experimental.
Población	Estudiantes de decimo y once de la institución educativa distrital Villemar El Carmen.
Modelo estadístico	Muestreo aleatorio simple.
Estrategias de análisis de información	Recolección y tabulación de información y prueba de hipótesis.
Variables	• Variable independiente: SARA • Variable dependiente: aprendizaje • Error permitido: 5% • Nivel de significancia: 95% • Nivel de confianza: 95% • Probabilidad de éxito/ fracaso: 50% / 50%

Fuente: Autores.

Nota: Resultado del grupo de investigación.

Fase III: Diseño de la herramienta tecnológica

Sara es el nombre de la herramienta tecnológica. Sara guiara al estudiante por medio de varios módulos, que, en su gran mayoría, son prácticos y que responden a la necesidad de los estudiantes sobre pasar de la teoría a la práctica.

A continuación, se verán relacionadas algunas imágenes de lo que pretende ser Sara:

Esta será la imagen de bienvenida. Los estudiantes deberán hacer un registro para que la plataforma cree un perfil.

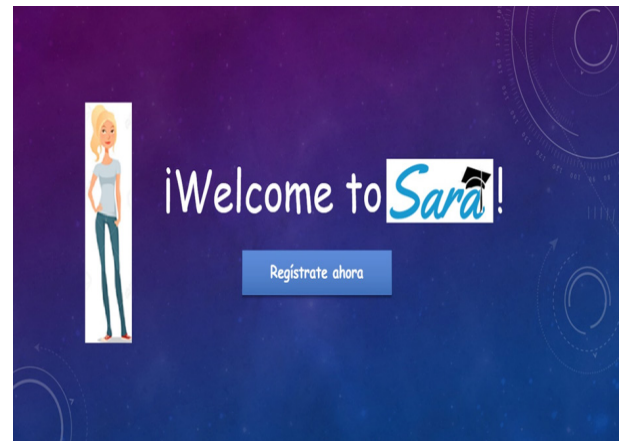


Figura 1. Diseño de la herramienta tecnológica (Inicio)

Fuente: Autores.

Este será el debido registro que los estudiantes deberán diligenciar para hacer el registro.

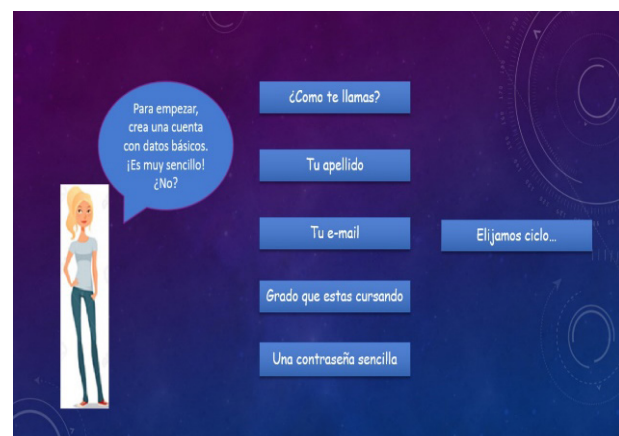


Figura 2. Diseño de la herramienta tecnológica (Breve registro)

Fuente: Autores.

Sara divide en 2 ciclos la enseñanza de la educación financiera:

Ciclo 1: Dirigido a estudiantes que estén cursando los grados decimo. El objetivo de este ciclo es fundamentar a estos estudiantes en temas básicos del manejo de las finanzas personales tales como: Ahorro, presupuesto, inversión y conceptos básicos acerca de los productos de captación de una entidad bancaria. Cada menú se desarrollará a partir de una pregunta general.



Figura 3. Diseño de la herramienta tecnológica (Ciclo 1)

Fuente: Autores.

Ciclo 2: Por otro lado, el ciclo 2 está dirigido a los estudiantes que estén cursando el grado once. El objeto de este ciclo será orientar a estos estudiantes en decisiones fundamentales que deberán tomar en algún momento de la vida y que serán cruciales para cumplir su proyecto de vida. Cada módulo responderá a un objetivo

El diseño de la plataforma se encuentra en diapositivas. El objetivo a corto plazo (10 meses) será crear un demo y después de esto según los resultados que se obtengan en el pilotaje se creará el software (2 años).

Otro factor importante que determinara la creación del demo y, por consiguiente, la plataforma, serán las fuentes de financiación. Los costos para desarrollar plataformas son elevados y actualmente se está trabajando en este factor que es crucial.



Figura 4. Diseño de la herramienta tecnológica (Ciclo 2)

Fuente: Autores.

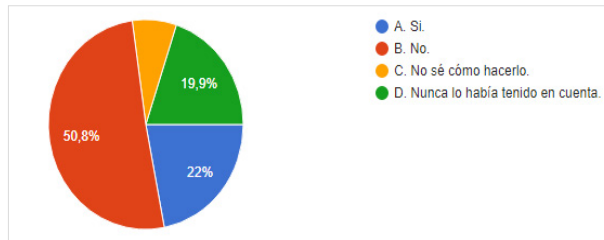
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El instrumento por el cual se recopilaban los datos para viabilizar la investigación y se evaluó la problemática fue una encuesta. Esta encuesta fue hecha vía internet mediante los formularios google forms.

Esta encuesta estuvo compuesta por 20 preguntas con selección múltiple de las cuales 9 eran calificables sobre temas del manejo de las finanzas personales y 11 el proceso por el cual los estudiantes están aprendiendo.

De las 20 preguntas que contestaron los estudiantes a continuación se podrán ver las que le dan viabilidad a esta investigación.

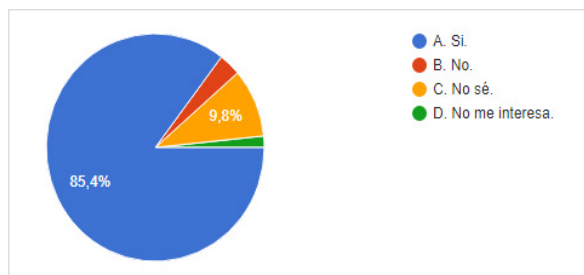
¿Has participado en algún programa o actividad relacionada con la educación financiera en tu colegio?



Gráfica 2. Pregunta y resultados.

Fuente: Google forms (2018)

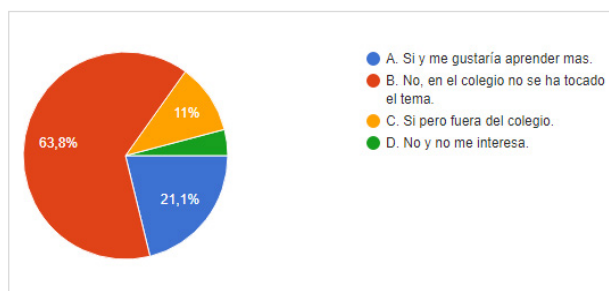
¿Acostumbra a llevar un registro de tus deudas, gastos, ingresos y ahorros por escrito?



Gráfica 3. Pregunta y resultados.

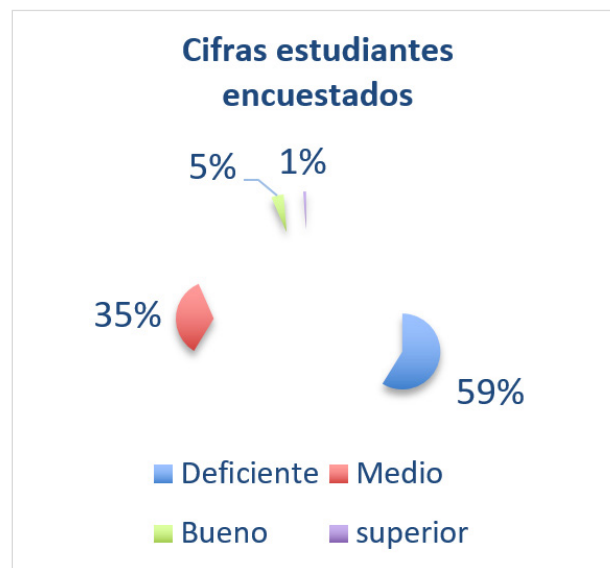
Fuente: Google forms (2018)

¿Te gustaría recibir una clase que pueda combinar lo académico con lo práctico por medio de una herramienta interactiva?



Gráfica 4. Pregunta y resultados

Fuente: Google forms (2018)



Gráfica 5. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de educación media dado en porcentajes

Fuente: Autores.

Estas tres preguntas le dan viabilidad a la investigación ya que ponen en evidencia la necesidad por parte de los estudiantes de incorporar esta materia al currículo escolar. Además de la notable ausencia de conceptos básicos en el manejo de las finanzas personales, es evidente la necesidad de incorporar en el sector financiero a todas las poblaciones.

Los resultados generales de la aplicación de la encuesta se verán relacionados a continuación.

Tabla 2.

Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de educación media dado en cifras.

Resultados encuesta	
Deficiente	144
Medio	85
Bueno	13
Superior	3
Total encuestas	245

Fuente: Autores.

Según los resultados obtenidos anteriormente, se puede interpretar que más de la mitad de los encuestados se encuentra en un nivel deficiente en temas básicos de educación financiera. De esta manera se puede concluir que, para mejorar los resultados en pruebas como las PISA, es de vital importancia incluir en la malla curricular de los colegios un programa que articule lo académico con el uso de las Tic's.

IV. CONCLUSIONES

La realización de la prueba piloto muestra que la población escolar de la institución Villemar El Carmen, muestra niveles bajos y muy bajos en la apropiación de conocimientos financieros. El cuerpo docente pese a tener claro su rol como educador en las asignaturas definidas, no integran fundamentos de educación financiera en los programas académicos, que le permita a los estudiantes construir desde el aula una realidad económica y financieramente coherente.

Los programas académicos, a través de sus mallas curriculares, no integran conceptos y elementos de educación financieros para ser aplicados en la ejecución curricular, es decir, en términos de diseño curricular también se percibe la carencia en este sentido.

Se identifica por parte de la población estudiantil, incluyendo profesores y entes directivos, la importancia y la necesidad de generar ese cambio y fortalecer el diseño curricular en educación financiera.

La población de estudiantes de los grados 10 y 11, aceptan la creación de una plataforma tecnológica que les permita educarse financieramente.

V. REFERENCIAS

- Asobancaria. 2016. ¿Qué sentido tiene la educación financiera para los niños?. Recuperado de: <http://www.asobancaria.com/sabermas-sermas/que-sentido-tiene-la-educacion-financiera-para-los-ninos/>
- Banco de la Republica 2017. Estrategia nacional de educación financiera y económica. Recuperado de: <http://www.banrep.gov.co/es/comunicado-23-06-2017-2>

Alternativa agroindustrial de comercialización para el ñame (*Dioscorea Alata. L.*) producido en el departamento de Sucre

Brayan Ruiz Hernández¹

Darían Sierra Olivero²

Pablo Pineda³

Gustavo Buelvas salgado⁴

RESUMEN

El cultivo de Ñame en el departamento de Sucre es un cultivo tradicional y promisorio, puesto que el producto es comercializado en mercados locales, nacionales e internacionales, sin embargo en el año pasado se reportaron grandes pérdidas post-cosecha (Aprox. 200 mil bultos) ocasionadas por la desaceleración de la dinámica exportadora del producto fresco, lo que conllevó a una situación crítica para los agricultores; teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación tiene por objetivo diseñar y desarrollar una alternativa de comercialización para el ñame (*Dioscorea alata. L.*) producido en el departamento de Sucre. Para ello, se hizo una caracterización fisicoquímica del ñame y posteriormente se realizó un diseño de superficie de respuesta, tomando como factores experimentales las dimensiones de los bastones cuadrados (0,5 mm – 1,5 mm) y el tiempo de pre-cocción (10 min – 30 min) con el fin de optimizar los atributos sensoriales del producto, los cuales fueron cuantificados mediante una prueba descriptiva cuantitativa. Como resultado se obtuvo que los factores dimensiones del bastón y tiempo de precocción presentaron un efecto estadísticamente significativo (Valor $p < 0,05$) sobre las variables calidad general del producto, Color/apariencia, Crocancia, Sabor característico, Sensación grasosa, Textura y Cantidad de aceite absorbida, pero no para la variable Olor/aroma característico. Lo anterior permitió concluir que fue posible desarrollar una nueva alternativa de comercialización para el ñame, donde la mayor aceptación sensorial del producto se obtiene con una dimensión de bastón de 0,4 mm y un tiempo de pre-cocción de 20 min.

Palabras claves: Ñame, Perdidas, Post-cosecha, Agroindustria, Sucre.

ABSTRACT

The cultivation of yams in the department of Sucre is a traditional and promising crop, since the product is marketed in local, national and international markets, however in the past year large post-harvest losses were reported (Approximately 200 thousand packages) caused by the deceleration of the export dynamics of fresh produce, which led to a critical situation for farmers; Taking into account the above, this research aims to design and develop an alternative marketing for the yam (*Dioscorea alata L.*) produced in the department of Sucre. To do this, a physicochemical characterization of the yam was made and a response surface design was subsequently carried out, taking as experimental factors the dimensions of the square canes (0.5 mm - 1.5 mm) and the pre-cooking time (10 min - 30 min) in order to optimize the sensory attributes of the product, which were quantified by means of a quantitative descriptive test. As a result, it was obtained that the factors dimensions of the stick and precooking time had a statistically significant effect (Value $p < 0.05$) on the variables general quality of the product, Color / appearance, Crocancia, Flavor characteristic, Greasy Sensation, Texture and Quantity of absorbed oil, but not for the characteristic Smell / aroma variable. This allowed us to conclude that it was possible to develop a new marketing alternative for the yam, where the highest sensory acceptance of the product is obtained with a cane dimension of 0.4 mm and a pre-cooking time of 20 min.

Keywords: Yam, Lost, Post-harvest, Agribusiness, Sucre.

¹ Aprendiz Tecno Procesamiento de alimento. Centro de la innovación, la tecnología y los servicios.

² Pasante Ing. Agroindustrial Universidad de Sucre

³ Tecnólogo en Procesamiento de Alimentos.

⁴ Ingeniero Agroindustrial, M.Sc. Ciencia y Tecnología de Alimento, Esp. Formulación y Evaluación de Proyectos. gbuelvas@sena.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

El 5 de diciembre de 2016, la Revista Dinero título “El ñame conquista los mercados externos” en dicha entrevista realizada a un exportador sucreño, se manifiesta que Colombia exporta 477 veces más ñame que en 2012: las ventas pasaron de US\$22.847 en 2012 a cerca de US\$2,7 millones el año pasado, según el Dane. El cultivo también se ha incrementado; según Agronet, entre 2013 y 2014 la producción creció 17% (Revista Dinero, 2017).

Así mismo, PROCOLOMBIA en su página web público “Por su sabor y beneficios para la salud, el ñame tiene oportunidad de crecimiento en Estados Unidos” en dicho documento, se manifiesta que los departamentos de Bolívar, Córdoba y Sucre son los departamentos que tienen mayor oportunidad de comercializar este producto en el mercado estadounidense (PROCOLOMBIA, 2017b).

Dicha tendencia generó que otras zonas del país se interesaran por la producción y comercialización de esta materia prima, como lo es el caso de Urabá que exportará Ñame a Norteamérica (EL COLOMBIANO, 2017).

Sin embargo, esta realidad se vio afectada por diferentes fenómenos económicos que desaceleraron la dinámica exportadora, desembocando en una pérdidas postcosecha de unas 400 mil toneladas de ñame que se están perdiendo en los Montes de María (RCN, 2017). Por su parte, el 11 de septiembre de 2017, El heraldo publicó una noticia que título “Líderes de Montes de María viajan a Bogotá por la pérdida de 200 mil bultos de ñame” en dicha noticia se expresa que el mal estado de las vías, los bajos precios en el mercado y las expectativas

que se generaron por la posible compra de este producto por parte de programas del gobierno nacional a través de las cuestionadas alianzas productivas, han provocado este represamiento del producto en las parcelas y por ende la crisis como agricultores (EL HERALDO, 2017).

En cuanto a Las alternativas de comercialización de este producto son limitadas, ya que se comercializa en su totalidad en fresco a nivel nacional e internacional (PROCOLOMBIA, 2017a), sin ningún grado de tecnificación, lo que limita sus posibilidades de comercialización.

Teniendo en cuenta la sobre producción de ñame en nuestro departamento y las pocas alternativas de comercialización existentes se justifica este proyecto de investigación aplicada que tiene por objetivo diseñar y desarrollar una nueva alternativa de comercialización para el ñame (Dioscorea alata. L.) producido en el departamento de Sucre, mediante la aplicación de tecnologías de conservación de alimentos con el fin de agregar valor a esta materia prima que actualmente es comercializada sin ningún grado de tecnificación.

II. METODOLOGÍA

- A. Materia prima: El ñame es suministrado por las unidades productivas del programa SENA Emprende Rural, las cuales se encuentran ubicadas en los municipios de Chalan, Los Palmitos, Toluvié y Sincelejo).
- B. Caracterización fisicoquímica: El ñame es lavado y desinfectado con amonio cuaternario (400 ppm), posteriormente se realiza la caracterización fisicoquímica teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Humedad, actividad acuosa, pH, la acidez, los sólidos solubles (°Brix) según la Norma Técnica Colombiana NTC 440, 1971 (Norma Técnica Colombiana NTC 440, 1971).

Desarrollo del producto: El ñame es lavado y desinfectado con amonio cuaternario (400 ppm), pelado, troceado en julianas y empacado en bolsas Zyploc, para realizar el proceso de pre-cocción y congelado de las muestras por 24 horas, las cuales posteriormente son sofreídas a 190°C por 4 minutos en una freidora Freidora Cuisinart Cdf-200 3.8 Litros.

C. Diseño de experimentos: Se empleó la metodología de superficie de respuesta para establecer los parámetros óptimos del proceso de del producto. El diseño de experimentos consto de 18 corridas experimentales, conformado por dos factores: (A) las dimensiones del bastón y (B) el tiempo de pre cocción, Los cuales fueron evaluados en los siguientes niveles máximos y mínimos: dimensiones del bastón de 0.5 mm hasta 1.5 mm. Tiempo de pre cocción de 10 min hasta 30 minutos. Como variables respuestas se emplea los atributos sensoriales (Sabor característico, Olor aroma característico, Color apariencia, Crocancia, Sensación grasosa, Textura, Calidad general del producto) y la cantidad de aceite adsorbida.

La evaluación sensorial se realizará empleando un panel semi-entrenado y una prueba descriptiva cuantitativa según la Norma Técnica Colombiana NTC 5328, (2005) y la Norma Técnica Colombiana NTC 3932, (1996). Dicha prueba consiste en valorar los

siguientes descriptores sensoriales (Sabor, olor y color característico, olor y sabor objetable, consistencia, calidad general del producto y la aceptación y rechazo de la muestra) en una escala de 10 puntos no estructurada, donde 10 es un producto excelente y 0 es un producto totalmente desagradable. Como límite crítico para la aceptación o rechazo de la muestra se empleó un valor de 5 puntos en la misma escala (Norma Técnica Colombiana NTC 5328, 2005) (Norma Técnica Colombiana NTC 3932, 1996).

La cantidad de aceite residual del producto es calculada de forma indirecta por diferencia, una cara del producto se deja descascar sobre papel adsorbente durante 30 segundos y se registra el peso del papel húmedo, al cual se les resta el peso del papel seco y por diferencia se cuantifica la cantidad de aceite residual del producto.

Los resultados del diseño de experimentos fueron analizados en el software STATGRAPHICS plus versión centurión XVI (StatPoint Technologies, n.d.) mediante análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia 5% ($\alpha=0,05$). Utilizando el método de análisis de regresión lineal múltiple, el cual fue resuelto a través de un modelo polinomial de segundo orden, el cual se presenta en la ecuación (1).

$$Y = \beta_0 + \beta_A A + \beta_B B + \beta_C C + \beta_{AB} AB + \beta_{AC} AC + \beta_{BC} BC + \beta_{A^2} A^2 + \beta_{B^2} B^2 + \beta_{C^2} C^2 \text{ Ecuación (1)}$$

Dónde: β_0 es el intercepto; β_A , β_B , β_C son los coeficientes de cada factor experimentales; β_{A^2} , β_{B^2} , β_{C^2} son los coeficientes de la interacción doble y β_{AB} , β_{AC} , β_{BC} , son los coeficientes definidos para la interacción entre los factores (Bezerra, Santelli, Oliveira, Villar, & Escaleira, 2008).

D. Optimización matemática del producto: En el programa estadístico STATGRAPHICS plus versión centurión XVI (StatPoint Technologies, n.d.), se realizó la optimización matemática de la variable más importante: Calidad general del producto (maximizar), en función de los factores experimentales. Obteniéndose como resultado las dimensiones del bastón y el tiempo de pre-cocción necesario para obtener la mayor calidad general del producto.

E. Análisis estadístico: Los resultados de la calidad inicial y final del grano de cacao se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA), utilizando el método de diferencias mínimas significativas (LSD) para las comparaciones múltiples, con un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0,05$). El análisis estadístico de los datos se realizó en el paquete estadístico STATGRAPHICS plus versión centurión XVI (StatPoint Technologies, n.d.)

De la tabla 1, es posible afirmar que el ñame producido en el Departamento de sucre cuenta con un 56% de humedad, una actividad acuosa de 0,97, un pH neutro de 6,41, una acidez de 0,23 y un contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) de 10,66.

B. Efecto de las dimensiones del bastón y del tiempo de precocción sobre los atributos de calidad física y sensorial de los bastones de ñame.

En la figura 1, se presenta los resultados obtenidos para variables sensoriales y físicas evaluadas en el bastón de ñame.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Caracterización fisicoquímica

En la tabla 1, se presentan los resultados de la caracterización fisicoquímica realizada al ñame espino producido en el Departamento de Sucre.

Tabla 1.

Parámetros fisicoquímicos del ñame espino producido en el Departamento de Sucre.

Parámetros fisicoquímicos	
Humedad	56,92 $\pm$ 6,73
a _w	0,97 $\pm$ 0,01
pH	6,41 $\pm$ 0,14
Acidez	0,23 $\pm$ 0,08
$^{\circ}$ Brix	10,65 $\pm$ 0,07

Media $\pm$ Desviación estándar

Fuente: Autores

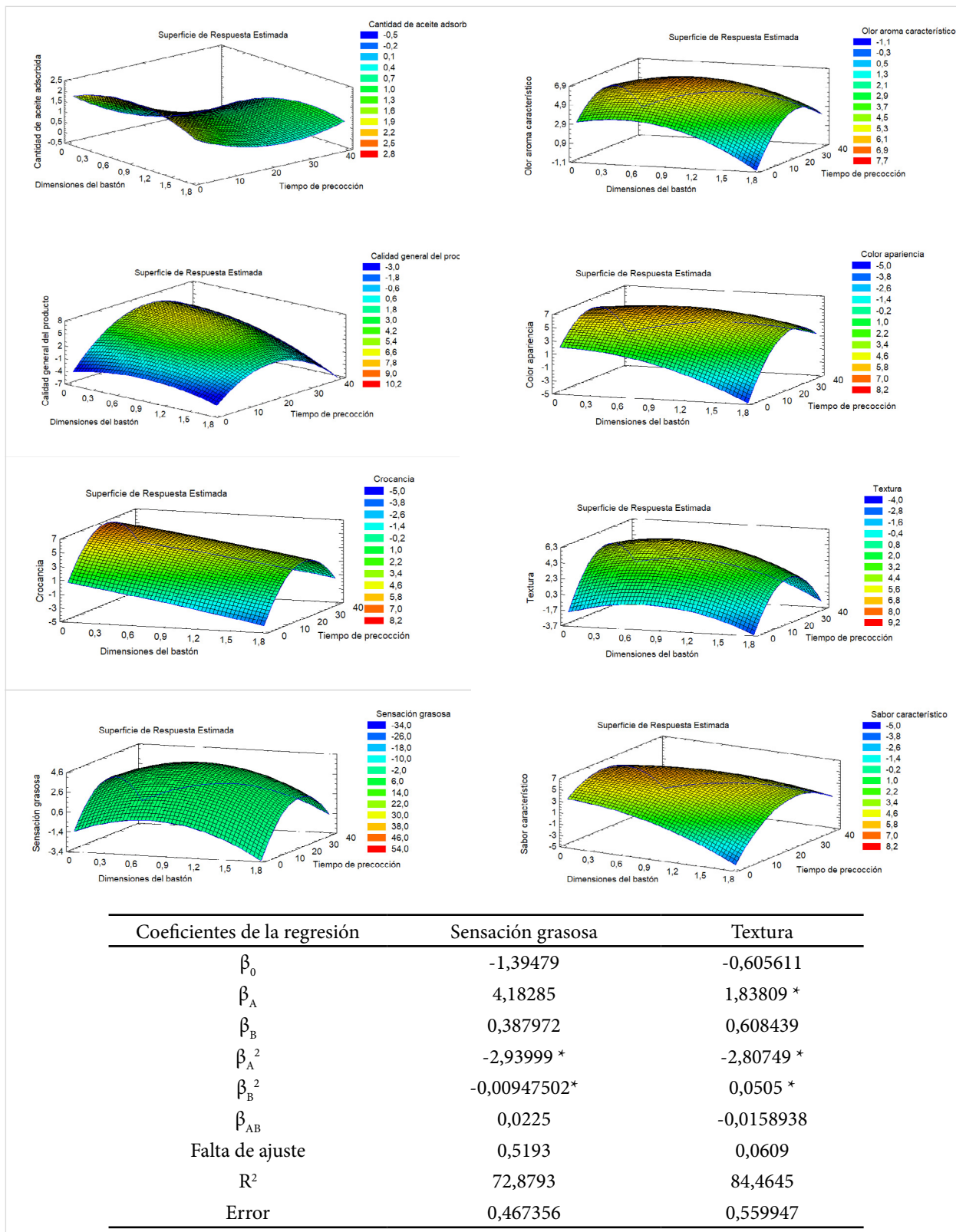


Figura 1: Efecto de las dimensiones del bastón y del tiempo de precocción sobre las variables sensoriales y físicas evaluadas en el bastón de ñame.

Fuente: Autores

Tabla 2.

Diferencia estadística mínima significativa con un nivel de confianza del 95%.

Coefficientes de la regresión	Calidad general del producto	Cantidad de aceite adsorbida	Color apariencia	Crocancia	Olor aroma característico	Sabor característico
β_0	-4,21521	1,76569	1,95741	-0,768987	3,08248	0,219546
β_A	5,01477 *	1,49999	-0,227739 *	-0,799764 *	2,10934	3,29087 *
β_B	0,873772	-0,123284 *	0,435767 *	0,708501	0,271347	0,509729 *
β_A^2	-2,90749 *	-0,899995	-2,005	-0,430002	-2,44	-4,81998 *
β_B^2	-0,0177938 *	0,00175	-0,0119875 *	-0,0156 *	0,0605	-0,0153 *
β_{AB}	-0,123 *	0,02	0,1125	-0,056	-0,00750002	0,155 *
Falta de ajuste	0,0844	0,1621	0,0677	0,0843	0,0039	0,0695
R ²	92,4357	45,4779	79,3705	69,8947	57,9369	91,3713
Error	0,453965	0,289016	0,543711	0,887153	0,630684	0,513414

Fuente: Autores

De la figura 1, es posible afirmar que tanto las dimensiones del bastón como el tiempo de precocción condicionan la calidad del batón de ñame. En la tabla 2, se presenta el resultado Valores marcados con * indican diferencia estadística mínima significativa con un nivel de confianza del 95%

De la tabla 2, es posible afirmar que las variables dimensiones del bastón y tiempo de precocción presentaron un efecto estadísticamente significativo sobre las variables calidad general del producto, Color/apariencia, Crocancia, Sabor característico, Sensación grasosa, Textura y Cantidad de aceite absorbido. En cuanto a la variable Olor/aroma característico no se presentó diferencia estadística significativa respecto a los factores de estudio.

C. Optimización del producto

Para optimizar el producto se tuvo en cuenta las

variables sensoriales y físicas que presentaron efecto estadístico significativo y que son más representativas para la calidad general de los bastones de ñame, obteniéndose que:

Tabla 3

Valor óptimo = 6,88067

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dimensiones del bastón	0,29	1,70	0,37
Tiempo de precocción	5,85	34,14	23,27

Fuente: Autores

IV. CONCLUSIONES

Los resultados de las variables sensoriales permitieron optimizar matemáticamente la variable calidad general del producto y establecer que el producto logra que la mayor aceptación sensorial con unas dimensiones del bastón de 0,37 mm y un tiempo de pre-cocción de 23 minutos.

V. AGRADECIMIENTOS

Al Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Centro de la Innovación, La Tecnología y los Servicios por facilitar los recursos para el desarrollo de este trabajo.

VI. REFERENCIAS

EL COLOMBIANO. (2017). Desde Urabá se exportará ñame a Norteamérica. Retrieved from <http://www.elcolombiano.com/negocios/el-name-abre-otra-opcion-exportadora-para-uraba-DE3701432>

EL HERALDO. (2017). Líderes de Montes de María viajan a Bogotá por la pérdida de 200 mil bultos de ñame.

Norma Técnica Colombiana NTC 3932, (ICONTEC). (1996). Análisis sensorial. Identificación y selección d descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Norma Técnica Colombiana NTC 440, (ICONTEC). (1971). Productos alimenticios. Métodos de ensayo. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Norma Técnica Colombiana NTC 5328, (ICONTEC). (2005). Análisis sensorial. Directrices para el uso de escalas de respuesta cuantitativa. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

PROCOLOMBIA. (2017a). Catálogo oferta exportable de Colombia Ñame.

PROCOLOMBIA. (2017b). Por su sabor y beneficios para la salud, el ñame tiene oportunidad de crecimiento en Estados Unidos. Retrieved from <http://www.procolombia.co/actualidad-internacional/agricola/por-su-sa->

[bor-y-beneficios-para-la-salud-el-name-tiene-oportunidad-de-crecimiento-en-estados-un](#)
RCN. (2017). Más de 400 mil toneladas de ñame están pudriéndose en los Montes de María.

Revista Dinero. (2017). El ñame conquista los mercados externos. Retrieved from <http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/la-demanda-del-name-ha-crecido-en-los-consumidores-de-estados-unidos/223537>

StatPoint Technologies, I. (n.d.). Statgraphics Centurion XVI (Version 19.0.07).

Estudio de la degradación de efluentes de los procesos de teñido con colorantes directos empleando métodos biotecnológicos

John Fredy Holguín Múnera¹

Andrey Esneider Escobar Oquendo²

Rocío del Pilar Monroy Rodríguez³

Gloria Margely Muñoz Marín⁴

RESUMEN

El sector textil-confección ha tenido un desarrollo importante a nivel mundial y nacional, considerándose una de las actividades más antiguas e influyentes en el desarrollo industrial del país por sus grandes contribuciones en el empleo y la economía en general. Para el año 2016, el sector textil confección representó el 8,8% en el PIB de la industria manufacturera. Se estima que el volumen medio de consumo de agua en los procesos de descrudado, blanqueo, tintura, estampado y acabado se sitúa, en promedio, alrededor de los 150 m³ de agua por tonelada de tejido. Otros autores afirman que se necesitan aproximadamente 11.000 litros de agua para producir 1 kg de tejido de algodón. Entre los principales contaminantes de la industria textil se encuentran los colorantes no fijados, se puede afirmar que durante los procesos de teñido con colorantes directos solo se fija entre el 64 y el 75% del colorante inicial. En la etapa inicial de esta investigación, se determinaron los parámetros de caracterización del agua según el decreto 0631 de 2015 a los efluentes provenientes del proceso de teñido; se tuvieron en cuenta parámetros como: alcalinidad, dureza, DBO, DQO, conductividad, sólidos y oxígeno disuelto. Se realizaron revisiones bibliográficas con el fin de establecer el potencial de diferentes tipos de microorganismos, los cuales abarcan desde bacterias aerobias, anaerobias y hongos de pudrición blanca. En la ejecución de esta investigación se trabajará con el hongo de la pudrición blanca B. Adusta debido a que es capaz de degradar sustratos complejos a través de un sistema enzimático específico para cada familia de colorantes. Posteriormente se realizó la selección del medio de cultivo que más promoviera el proceso de degradación de los colorantes reactivos; los medios evaluados fueron el Kirk, Zouari-Mechichi y el Park-Robinson. De los tres, el que tuvo mejores resultados fue el medio Park Robinson. Por último, se evaluó la remoción de colorantes en aguas residuales sintéticas. Las remociones obtenidas para la familia de colorantes directos de la familia Tubantin fueron: 65% para el Tubantin Azul 2RL 200, para el Tubantin amarillo GR 37% y para el Tubantin Rosa 2B 68%.

Palabras clave: colorantes reactivos; hongos ligninolíticos; degradación

ABSTRACT

The textile-clothing sector has had an important development worldwide and nationally, considering one of the oldest and most influential activities in the industrial development of the country for its great contributions in employment and the economy in general. For the year 2016, the garment textile sector represented 8.8% of the GDP of the manufacturing industry. It is estimated that the average volume of water consumption in the processes of scouring, bleaching, dyeing, stamping and finishing is, on average, around 150 m³ of water per ton of fabric. Other authors state that approximately 11,000 liters of water are needed to produce 1 kg of cotton fabric. Among the main pollutants of the textile industry are the unfixed dyes, it can be stated that during dyeing processes with direct dyes only between 64 and 75% of the initial dye is fixed. In the ini-

¹ Ingeniero Químico, MSc. en Ingeniería Obtención de Etanol a Partir de las Fracciones Polisacarídicas del Bagazo de Sorgo Dulce, Doctorado en Biotecnología, Grupo de Investigación Aplicada a la Industria Textil y Química (GIAITEQ), johnfh23@gmail.com

² MSc. Servicio Nacional de Aprendizaje Sena, Grupo de Investigación Aplicada a la Industria Textil y Química (GIAITEQ), escobar.andrey@gamil.com

³ Ingeniera Química, Grupo de Investigación Aplicada a la Industria Textil y Química (GIAITEQ), rpmrodriguez@misena.edu.co

⁴

tial stage of this investigation, the water characterization parameters according to decree 0631 of 2015 were determined to the effluents coming from the dyeing process; parameters such as: alkalinity, hardness, BOD, COD, conductivity, solids and dissolved oxygen were taken into account. Bibliographic reviews were carried out in order to establish the potential of different types of microorganisms, which range from aerobic bacteria, anaerobes and white rot fungi. In the execution of this research we will work with the white rot fungus *B. Adusta* because it is capable of degrading complex substrates through a specific enzymatic system for each family of dyes. Subsequently, the selection of the culture medium that promoted the degradation process of the reactive dyes was carried out; the means evaluated were Kirk, Zouari-Mechichi and Park-Robinson. Of the three, the one that had the best results was Park Robinson. Finally, the removal of dyes in synthetic wastewater was evaluated. The removals obtained for the family of direct dyes of the Tubantin family were: 65% for the Tubantin Blue 2RL 200, for the Tubantin yellow GR 37% and for the Tubantin Rosa 2B 68%.

Keywords: reactive dyes; ligninolytic fungi; degradation.

I. INTRODUCCIÓN

El sector textil-confección ha tenido un desarrollo importante a nivel mundial y nacional, considerándose una de las actividades más antiguas e influyentes en el desarrollo industrial del país por sus grandes contribuciones en el empleo y la economía en general. Para el año 2016, el sector textil confección representó el 8,8% en el PIB de la industria manufacturera (Sociedades, 2017).

La industria textil consume una gran cantidad de agua en cada uno de sus procesos productivos entre los que se encuentran: la producción de fibras textiles, procesos de tintura y procesos de acabado debido a que se utiliza el agua como medio de transporte para la aplicación de colorantes y otras sustancias (ceras, grasas, pectinas propias de la fibra, encolantes adicionados en las etapas de hilado y tejido, auxiliares de las etapas de preparación del sustrato) (Jager, Sheldon, & Edwards, 2014). Se estima que el volumen medio de consumo de agua en los procesos de descruado, blanqueo, tintura, estampado y acabado se sitúa, en promedio, alrededor de los 150 m³ de agua por tonelada de tejido. Otros autores afirman que se necesitan aproximadamente 11.000 litros de agua para producir 1 kg de

tejido de algodón (Carrera Gallissà, 2017). Para el caso específico de Colombia la obtención del textil con sus diversas tonalidades y acabados genera aproximadamente 170.000 toneladas de agua residual por año (Holguín, Escobar, Monroy, & Muñoz, 2017). Entre los principales contaminantes de la industria textil se encuentran los colorantes no fijados, se puede afirmar que durante los procesos de teñido con colorantes directos solo se fija entre el 64 y el 75% del colorante inicial (Ruiz, 2011) (Kumar, Raut, Bandyopadhyay, & Raut, 2016) (Afirm, 2013). La presencia de colorantes no fijados reducen el paso de la luz solar en el agua, lo que puede generar desequilibrio en los ecosistemas acuáticos y provocar desagradables efectos visuales en el paisajismo natural (Osorio, Vidal, & Quintero, 2011).

Para reducir los problemas mencionados anteriormente, se han propuesto alternativas de tratamiento que involucran procesos biológicos los cuales han mostrado un gran potencial debido a que son eficientes, amigables con el medio ambiente y atractivos económicamente (Anastasi et al., 2010).

Diferentes estudios muestran la capacidad que poseen los hongos de la pudrición blanca de la madera debido a que poseen

un sistema oxidativo que exhibe un alto grado de especificidad, permitiéndoles degradar un amplio número de compuestos recalcitrantes además de la lignina (Barrasa et al., 2014) (Anastasi et al., 2010) (Kumar et al., 2016) (Senthilkumar, Perumalsamy, & Prabhu, 2014) (Rodríguez Couto, 2009) Al aplicarse este tipo de tratamientos bióticos los contaminantes generalmente son metabolizados por los microorganismos mediante reacciones bioquímicas de tipo oxido-reducción, aunque también pueden realizar reacciones de hidroxilación, hidrólisis, deshalogenación y desalquilación (Kumar et al., 2016). Los hongos pueden degradar compuestos orgánicos complejos por medio de la producción de enzimas de tipo ligninolíticas extracelulares, las más reportadas son: lacasas, manganeso-peroxidasas y peroxidasas (Singh, Singh, & Singh, 2015) (Tuomela & Hatakka, 2011).

Entre los diferentes tipos de hongos, *Phanerochaete chrysosporium* y *Bjerkandera adusta* son microorganismos eficaces para realizar procesos de degradación de colorantes, ambos han sido reportados ampliamente como modelos en la remediación de efluentes de textiles debido a que pueden remover más del 75% de los colorantes reactivos y directos de los efluentes (Knapp, Newby, & Reece, 1995) (Osorio et al., 2011). Por otro lado *P. chrysosporium* posee la capacidad de degradar compuestos complejos como el almidón, la celulosa, la pectina, la lignina, que son sustancias que se encuentran en los efluentes de la industria textil (Podgornik, Grgić, & Perdih, 1999) (T. Kirk et al., 1990) (Rodríguez Couto, 2009)

Teniendo en cuenta la problemática planteada, para el sector textil, se hace necesaria la búsqueda de alternativas de solución a los problemas ambientales que generan sus vertimientos, es por esto, que en este trabajo se realizó una evaluación del potencial que tiene el hongo *Bjerkandera adusta* para remover colorantes directos, se escoge este microorganismo debido a que es capaz de degradar sustratos complejos a través de un sistema enzimático específico para cada familia de colorante, según lo reporta (Anastasi, 2010) (Tuomela & Hatakka, 2011) (Valentín, 2007) (Homolka, 2007) (Mart, Y, Bergbauer, & Szewzyk, 1998). Esta evaluación a futuro podrá contribuir con la disminución del impacto ambiental causado sobre las fuentes hídricas de la región por los efluentes textiles.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Colorantes

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron los colorantes directos Tubantin azul 2RL 200 ($\lambda = 600$ nm), Tubantin amarillo GR ($\lambda = 410$ nm), Tubantin Rosa 2B ($\lambda = 510$ nm), estos fueron suministrados por la empresa CHT BEZEMA, la cual nos indicó que son empleados ampliamente por las industrias del sector textil en la ciudad de Medellín, Colombia.

Métodos analíticos

1. *Cuantificación de crecimiento y degradación de color en medio sólido*

Se tomaron mediciones de los diámetros de halos de degradación y crecimiento cada 12 horas con una regla graduada. Este procedimiento se siguió hasta la completa colonización o decoloración de la caja, los datos se obtuvieron por triplicado para cada colorante.

2. *eterminación de biomasa*

Se empleó la técnica de peso seco, se tomaron muestras de 4 mL las cuales se filtraron y secaron a 105°C hasta obtener peso constante.

3. *Determinación del grado de decoloración*

Cada muestra se centrifugó a 10000 rpm durante 10 minutos, en el sobrenadante se leyó absorbancia en un espectrofotómetro, según la longitud característica de cada colorante; la concentración del colorante se obtuvo mediante una curva de calibración concentración de colorante (g/L) vs absorbancia elaborada previamente. Los datos se obtuvieron por triplicado para cada colorante.

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

A. **Parámetros fisicoquímicos determinados a las muestras de aguas residuales**

Para realizar la elección de parámetros a determinar en los efluentes, se tuvo en cuenta lo reportado por Kumar (2016) y la resolución 0631 del 17 de marzo de 2015, estos mencionan parámetros como: oxígeno disuelto (OD), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), sólidos totales (ST), sólidos suspendidos totales (SST), pH, temperatura, alcalinidad, conductividad y salinidad. La determinación de estos parámetros se realizó según los protocolos del IDEAM TP 0436, TP0088, TP0080, TP0211, TP0084, TP 0082.

Microorganismo

Se realizaron revisiones bibliográficas con el fin de establecer el potencial de diferentes tipos de microorganismos, los cuales abarcan desde bacterias aerobias, anaerobias y hongos de pudrición blanca estos últimos presentan una

gran capacidad de degradación de colorantes de tipo Azo y directos (Knapp, 1995). El hongo *Bjerkandera adusta*, fue donado por el grupo de bioprocesos, adscrito al departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Antioquia. Para la activación de las cepas fue empleado el medio Kirk modificado (T. K. Kirk et al., 1990) el cual consta (g L⁻¹): glucosa 10, peptona, tiamina 2, cloruro de calcio 0,1, trazas de sales 100 mL L⁻¹ a un pH de 4,5. El medio de mantenimiento de la cepa fue el Agar-Papa- Dextrosa (PDA) de la casa Merck®, para ambos medios la temperatura de incubación fue de 30 °C.

• *Selección medios de degradación*

Se evaluaron 3 medios los cuales han sido empleados para la degradación de colorantes por diferentes autores: medio Kirk (Cardona, Osorio, & Quintero, 2009; T. Kirk et al., 1990; Osorio et al., 2011), medio Zouari (Zouari-Mechichi et al., 2006) isolated from decayed acacia wood (from Northwest of Tunisia, y el medio Park-Robinson (Robinson, McMullan, Marchant, & Nigam, 2001). El efecto que tiene el medio sobre la degradación de los tres colorantes se realizó sobre medio sólido. La evaluación consistió en evaluar cada colorante en cada medio de cultivo a una concentración de 125 ppm, según Cardona (2009) a concentraciones mayores el hongo se puede inhibir, cada caja fue inoculada con un disco de 7 mm de micelio del hongo *B. adusta*, este micelio se ubicó en el centro de la caja Petri. También se evaluó la presencia de aserrín en el medio como agente elicitor debido a que las enzimas ligninasas no son constitutivas y requieren ser inducidas por el medio de crecimiento (Robinson et al., 2001) (T. Kirk et al., 1990). Todo esto se realizó

en condiciones de esterilidad, asepsia y por triplicado.

- *Inóculo de degradación*

El inóculo para cada Erlenmeyer consistió en 4 círculos de 7 mm de diámetro, tomados de una caja de Petri incubada a 30°C por un tiempo de 7 días.

- *Evaluación de degradación en medio líquido sintético sistema batch*

Una vez seleccionado el medio de cultivo, se determinó la cinética de degradación de los tres colorantes por el hongo *B. adusta* en medio líquido. Los montajes cultivo se realizaron en un Erlenmeyer de 250 mL con un volumen de trabajo de 200 mL, a una temperatura de 30°C, una agitación de 150 rpm, un pH de 4.5 y se tomó como concentración de colorante 125 ppm; este valor ha sido reportado por diferentes autores como una concentración inhibitoria para el hongo (Cardona et al., 2009) (Osorio et al., 2011) (Senthilkumar et al., 2014) (Taha, Adetutu, Shahsavari, Smith, & Ball, 2014); se tomaron muestras cada 2 días, para cada una se determinó la concentración de colorante por medio de la técnica de grado de decoloración mencionada anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Parámetros fisicoquímicos determinados a las muestras de aguas residuales

La caracterización se realizó sobre muestras de efluente del proceso textil obtenido en el laboratorio de tintorería del CTGI. Los parámetros fisicoquímicos se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1.

Parámetros fisicoquímicos del efluente que sale de los procesos de teñido con colorantes reactivos.

CARACTERIZACIÓN EFLUENTE TEXTIL	
Alcalinidad (ppm)	6834
O.D. (ppm)	3,51
pH	12.15
Temperatura (°C)	35
Conductividad	38600
%O.D.	47
Salinidad	26733
ST (ppm)	37175
SST (ppm)	462
DBO (mgO ₂ /L)	547
DQO (mgO ₂ /L)	2048

Fuente: autor

B. Selección del medio de cultivo.

Se evaluaron los medios Kirk, Park-Robinson, y Zouari-Mechichi. En la Figura 1, se presentan los resultados de las evaluaciones de los medios de cultivo y su comportamiento en presencia del elicitador (aserrín 2 gL⁻¹). Se observó que para el séptimo día la degradación de colorante era aproximadamente de un 80% en el medio Park-Robinson para los colorantes Rosa y azul, esto se calculó con el diámetro de degradación medido. La degradación total de color se presentó para al noveno día de cultivo en las cajas anteriormente mencionadas para el medio Park-Robinson más agente elicitador. Podemos afirmar entonces que la presencia del agente elicitador favorece la degradación del colorante, al estimular de manera natural, la producción de enzimas. Este comportamiento está de acuerdo con lo reportado por (Osorio et al., 2011), (Barrasa et

al., 2014) (Mecs, 2002), los cuales afirman que este tipo de agentes inducen la producción de enzimas extracelulares.

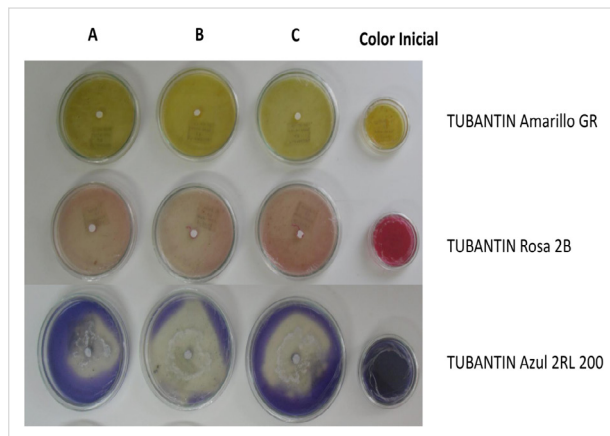


Figura 1. Degradación de colorantes Tubantin por parte del hongo B. Adusta al séptimo día de inoculación. A: Kirk con aserrín B: Park- Robinson, con aserrín, C: Zouaori-Mechichi con aserrín.

De la Fig. 1, se puede inferir que el medio que favorece la degradación de colorante por el hongo B. adusta es el medio Park-Robinson. Al analizar los componentes del medio, encontramos sustancias como la glucosa que es la encargada de sustentar el microorganismo mientras realiza el proceso de degradación (Kumar et al., 2016) y el nitrógeno que es utilizado para el crecimiento micelial y la producción de enzimas (Senthilkumar et al., 2014), por lo tanto se puede afirmar que ambas sustancias juegan un papel importante en la degradación de colorantes por medio de hongos ligninolíticos y concuerdan con lo reportado por (Holguín et al., 2017)

Tabla 2.

Medio de Cultivo Park-Robinson empleado para la suplementación del medio de degradación

Medio	Componentes	Concentración [gL ⁻¹]
Park-Robinson	Glucosa	0,7
	KH ₂ PO ₄	0,2
	NH ₄ NO ₃	0,1
	MgSO ₄ *7H ₂ O	0,5
	Agar-Agar	15
	Aserrín	2

C. Evaluación de degradación en medio líquido sintético sistema batch.

1) Colorante Tubantin amarillo GR

Durante la evaluación de degradación de colorante por el hongo B. Adusta, pudimos evidenciar la capacidad de adaptación y de degradación que tendría el microorganismo frente al colorante presente en los efluentes. Como resultado de esta evaluación se encontró que el microorganismo fue capaz de crecer y degradar el colorante a concentraciones de 125 ppm.

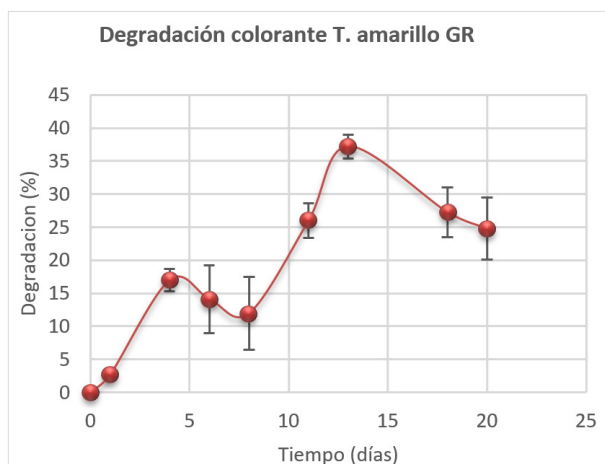


Figura 2. Cinética de degradación del colorante Tubantin amarillo GR, con el hongo B. adusta, sobre el medio Park-Robinson.

De la Fig. 2 se puede afirmar que el porcentaje máximo de degradación de colorante se da después de transcurridos 13 días de tratamiento y el valor de éste fue del 37%, este comportamiento concuerda con lo obtenido durante la selección del medio de cultivo debido a que el colorante amarillo 2R fue el que presento menores porcentajes de degradación en caja Petri.

El tiempo de adaptación del hongo en el efluente fue de 1 día. El cambio de pendiente que se da durante la fase exponencial (entre los días 2 y 13) ha sido reportado como un cambio en el mecanismo de degradación que tiene el microorganismo, esto se debe principalmente a la producción de otro grupo de enzimas que realizarían el mismo efecto de degradación sobre el colorante según lo reportan (Ghodake & Dawkar, 2009) (Barrasa et al., 2014).

2) Colorante Tubantin azul V-2B-133

De esta evaluación se puede afirmar que el microorganismo fue capaz de crecer y degradar el colorante a una concentración inicial de 125 ppm.

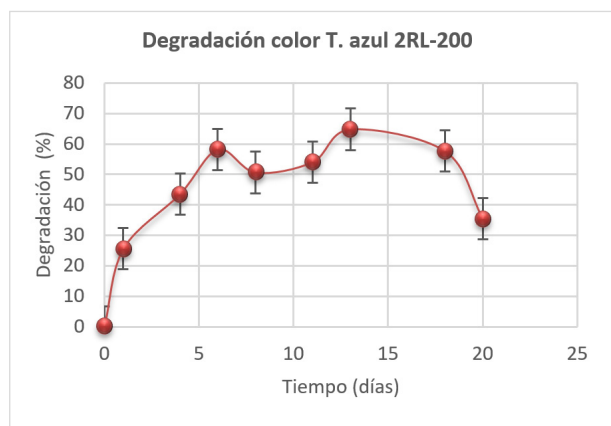


Figura 3. Cinética de degradación del colorante Tubantin Azul 2RL 200, con el hongo *B. adusta*, sobre el medio Park-Robinson.

De la Fig. 3, se puede observar que el porcentaje de degradación de colorante máximo ocurre después de transcurridos 13 días de tratamiento y este fue del 65%.

De la Fig. 3, se puede inferir que en el día 6 se presenta un pico máximo de degradación y en el día 8 un valor mínimo de degradación, durante estos mismos días se evidenció en el hongo una coloración azul, la cual posteriormente desapareció. Varios autores han explicado este fenómeno en colorantes directos debido a la tendencia que tienen los colorantes directos por adsorberse sobre la superficie del microorganismo (Holguín et al., 2017). Osorio, (2011) argumenta que el grado de adsorción del colorante sobre la biomasa del hongo es un mecanismo importante principalmente en presencia de sales, donde puede alcanzar hasta un 36% de la remoción del colorante.

3) Colorante Tubantin Rosa 2B

Esta evaluación se realiza para la cepa *B. adusta*, se puede decir que el microorganismo fue capaz de degradar el colorante cuando la concentración inicial de colorante fue de 125 ppm.

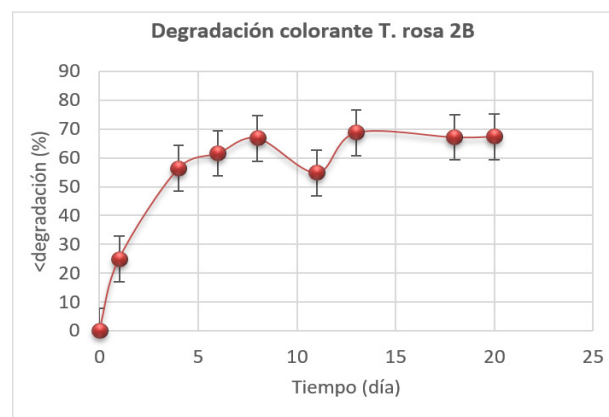


Figura 4. Cinética de degradación del colorante Tubantin Rosa 2B con el hongo *B. adusta*, sobre el medio Park-Robinson.

De la Fig. 4, se puede observar que el porcentaje de degradación de colorante máximo se da después de transcurridos 8 días de tratamiento y el porcentaje máximo de degradación fue del 68%. El tiempo de adaptación en el efluente fue de 8 días, lo cual concuerda con lo reportado por Karim, Dhar, & Hossain, (2018) los cuales reportan remociones del 72 % para 6 días de contacto entre el hongo y el efluente contaminado.

IV. CONCLUSIONES

El hongo *Bjerkandera adusta*, tiene la capacidad de decolorar efluentes de la industria textil, en este caso particular; colorantes directos. De los tres colorantes evaluados los que presentaron mayor porcentaje de degradación fueron el azul Tubantin 2RL-200 con un porcentaje de degradación del 64% y el rosa Tubantin 2B con un porcentaje de degradación del 67.

Teniendo en cuenta que las concentraciones a las cuales el microorganismo presentó crecimiento y capacidad degradadora se encuentran muy por debajo de las concentraciones que puede tener un efluente textil real, se recomienda utilizar un proceso combinado (tratamiento físico o químico) en primer lugar; de manera que se disminuya la concentración de colorante hasta valores cercanos a las 150 ppm y posteriormente un proceso biotecnológico.

El proceso de adsorción del colorante en la superficie del hongo para el colorante azul Tubantin 2RL-200 puede aumentar el porcentaje de degradación en un 25%, esto se puede ver favorecido por la presencia de sales inorgánicas que conforman el medio Park-Robinson.

V. REFERENCIAS

- Afirm, G. (2013). Manual de química moderna. In Manual de química moderna textiles (Vol. 121, p. 161).
- Anastasi, A. (2010). Bioresource Technology Scale-up of a bioprocess for textile wastewater treatment using *Bjerkandera adusta*. *Bioresource Technology*, 101(9), 3067–3075. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.12.067>
- Anastasi, A., Spina, F., Prigione, V., Tigini, V., Giansanti, P., & Varese, G. (2010). Scale-up of a bioprocess for textile wastewater treatment using *Bjerkandera adusta*. *Bioresource Technology*, 101(9), 3067–3075. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.12.067>
- Barrasa, J. M., Blanco, M. N., Esteve-raventós, F., Altés, A., Checa, J., Martínez, A. T., & Ruiz-dueñas, F. J. (2014). Wood and humus decay strategies by white-rot basidiomycetes correlate with two different dye decolorization and enzyme secretion patterns on agar plates. *Fungal Genetics and Biology*, xxx(xxx), 9. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2014.03.007>
- Cardona, M., Osorio, J., & Quintero, J. (2009). Degradación de colorantes industriales con hongos ligninolíticos. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 48, 27–37.
- Carrera Gallissà, E. (2017). Los retos sostenibilistas del sector textil. *Revista de Química e Industria Textil*, 220, 20–32. Retrieved from [http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/103614/Los retos sostenibilistas del sector textil.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/103614/Los%20retos%20sostenibilistas%20del%20sector%20textil.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ghodake, G., & Dawkar, V. (2009). Interna-

- tional Biodeterioration & Biodegradation
Biodegradation of diazo dye Direct brown MR by *Acinetobacter calcoaceticus* NCIM 2890. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 63(4), 433–439. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2008.12.002>
- Holguín, J., Escobar, A., Monroy, R., & Muñoz, G. (2017). Remoción de colorantes reactivos empleando el hongo *Bjerkandera adusta*. *Informador Técnico (Colombia)*, 81(2), 19–11. <https://doi.org/10.23850/22565035.877>
- Homolka, L. (2007). Decolorization of high concentrations of synthetic dyes by the white rot fungus *Bjerkandera adusta* strain CCBAS 232, 75, 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2006.05.008>
- Jager, D. De, Sheldon, M. S., & Edwards, W. (2014). Colour removal from textile wastewater using a pilot-scale dual-stage MBR and subsequent RO system. *SEPARATION AND PURIFICATION TECHNOLOGY*, 135, 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2014.08.008>
- Karim, M. E., Dhar, K., & Hossain, M. T. (2018). Decolorization of textile reactive dyes by bacterial monoculture and consortium screened from textile dying effluent. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2018.02.005>
- Kirk, T. K., Farreu, R. L., Odier, E., Kalyanaraman, B., Kirk, T. K., & Higuchi, T. (1990). *chrysosporium*, 188(1986), 159–171.
- Kirk, T., Tien, M., Kersten, P. J., Kalyanaraman, B., Hammel, K. E., & Farrell, R. L. (1990). Lignin peroxidase from fungi: *Phanerochaete chrysosporium*. In *Methods in Enzymology* (Vol. 188, pp. 159–171). [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(90\)88029-A](https://doi.org/10.1016/0076-6879(90)88029-A)
- Knapp, J. S. (1995). Decolorization of dyes by wood-rotting basidiomycete fungi, 0229(94).
- Knapp, J. S., Newby, P. ., & Reece, L. . (1995). Decolorization of dyes by wood-rotting basidiomycete fungi. *Enzyme and Microbial Technology*, 17(94), 664–668.
- Kumar, S., Raut, S., Bandyopadhyay, P., & Raut, S. (2016). Fungal decolouration and degradation of azo dyes : A review. *Fungal Biology Reviews*, 30(3), 112–133. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2016.06.003>
- Mart, A. T., Y, A. H., Bergbauer, M., & Szewzyk, U. (1998). Purification and characterization of peroxidases from the dye-decolorizing fungus *Bjerkandera adusta*, 165.
- Mecs, I. (2002). Effect of the nutrient composition on dye decolorisation and extracellular enzyme production by *Lentinus edodes* on solid medium, 30(2), 381–386.
- Osorio, J., Vidal, A., & Quintero, J. C. (2011). Decoloración de aguas residuales textiles utilizando el hongo ligninolítico anamorfo R1 de *Bjerkandera* sp. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 57, 85–93.
- Podgornik, H., Grgić, I., & Perdih, A. (1999). Decolorization rate of dyes using lignin peroxidases of *Phanerochaete chrysosporium*. *Chemosphere*, 38(6), 1353–1359. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(98\)00537-2](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(98)00537-2)
- Robinson, T., McMullan, G., Marchant, R., & Nigam, P. (2001). Remediation of dyes in textile effluent: A critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. *Bioresource Technology*, 77(3), 247–255. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00080-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00080-8)
- Rodríguez Couto, S. (2009). Dye removal

- by immobilised fungi. *Biotechnology Advances*, 27(3), 227–235. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.12.001>
- Ruiz, S. E. (2011). Evaluación de la remoción del colorante INDIGO utilizado en empresas dedicadas a la producción de telas tipo DENIM empleando a *Pleurotus ostreatus* como modelo biológico. Universidad de la Sabana.
- Senthilkumar, S., Perumalsamy, M., & Prabhu, H. J. (2014). Decolourization potential of white-rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* on synthetic dye bath effluent containing Amido black 10B. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18(6), 845–853. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2011.10.010>
- Singh, R. L., Singh, P. K., & Singh, R. P. (2015). International Biodeterioration & Biodegradation Enzymatic decolorization and degradation of azo dyes e A review. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 104, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.04.027>
- Sociedades, S. de. (2017). Informe desempeño del sector textil-confeccion. Retrieved from <https://incp.org.co/Site/publicaciones/info/archivos/Textiles.pdf>
- Taha, M., Adetutu, E. M., Shahsavari, E., Smith, A. T., & Ball, A. S. (2014). Journal of Environmental Chemical Engineering Azo and anthraquinone dye mixture decolourization at elevated temperature and concentration by a newly isolated thermophilic fungus, *Thermomucor indicae-seudaticae*. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2(1), 415–423. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2014.01.015>
- Tuomela, M., & Hatakka, A. (2011). Oxidative Fungal Enzymes for Bioremediation. In E. B.V. (Ed.), *Comprehensive Biotechnology* (Second Edi, Vol. 1, pp. 183–196). Helsinki: Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-088504-9.00370-6>
- Valentín, L. (2007). Biodegradation of dibenzothiophene, fluoranthene, pyrene and chrysene in a soil slurry reactor by the white-rot fungus *Bjerkandera sp.* BOS55, 42, 641–648. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2006.11.011>
- Zouari-Mechichi, H., Mechichi, T., Dhouib, A., Sayadi, S., Martínez, A. T., & Martínez, M. J. (2006). Laccase purification and characterization from *Trametes trogii* isolated in Tunisia: decolorization of textile dyes by the purified enzyme. *Enzyme and Microbial Technology*, 39(1), 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2005.11.027>

Diseño, análisis sensorial y caracterización físico-química de un dip de berenjena ahumada (Solanum Melongena L.)

Yair E. García Pacheco¹

María Alejandra Balza Tara²

Yuliza María Banda González³

Keyla Milagro Lugo Moreno⁴

RESUMEN

El dip es un tipo de salsa elaborada a base de varios ingredientes, que suele ser más espesa que las salsas habituales, este se unta en alimentos sólidos como verduras, pan, tostadas, carnes, nachos y otros, complementando las características sensoriales del alimento y a su vez dando un aporte nutricional. Se realizó un dip de berenjena ahumada (*Solanum melongena* L.) con el objetivo de evaluar la aceptabilidad y sus atributos (Textura, Color, Sabor, Aroma y Apariencia); y a su vez determinar un acompañante. Para la elaboración del dip se utilizó una formulación estandarizada teniendo una concentración de berenjena del 45%; mayonesa, un 52%; ajo, 1%; limón, 1,7% y sal 0,3% empleando una estufa para el ahumado y una licuadora casera para la mezcla homogénea de todos los ingredientes, logrando un dip de textura y apariencia deseada. Se realizaron pruebas sensoriales evaluando los atributos con 19 consumidores semi-entrenados, también se realizó pruebas físico-químicas obteniendo como resultado 76% de humedad por gramo de producto, 8 °Brix, pH de 4,1 y 0,2% de ácido málico. Los resultados sensoriales revelaron que el aroma y el sabor fueron los atributos que presentaron menor aceptabilidad con un promedio de 3,26 manifestando poca afinidad de los catadores con el olor ahumado. En general el dip tuvo una aceptabilidad media de 3,65, donde los acompañantes con mayor propuesta fueron carnes y tostadas con un porcentaje de elección del 35%.

Palabras clave— aceptabilidad, ahumado, hortaliza, untar.

ABSTRACT

The dip is a type of sauce made from various ingredients, which is usually thicker than usual sauces, it is spread on solid foods such as vegetables, bread, toast, meats, nachos and others, complementing the sensory characteristics of food and turn giving a nutritional contribution. A smoked eggplant dip (*Solanum melongena* L.) was carried out in order to evaluate the acceptability and its attributes (Texture, Color, Taste, Aroma and Appearance); and in turn determine a companion. For the elaboration of the dip, a standardized formulation was used, having an eggplant concentration of 45%; mayonnaise, 52%; garlic, 1%; lemon, 1,7% and salt 0,3% using a stove for smoking and a homemade blender for the homogeneous mixture of all the ingredients, achieving a dip of texture and desired appearance. Sensory tests were carried out evaluating the attributes with 19 semi-trained consumers. Physico-chemical tests were also performed, obtaining as a result 76% humidity per gram of product, 8 °Brix, pH of 4,1 and 45% of malic acid. The sensory results revealed that the aroma and taste were the attributes that presented lower acceptability with an average of 3,26, showing little affinity of the tasters with the smoky odor. In general, the dip had an average acceptability of 3,65, where the companions with the greatest proposal were meats and toast with a percentage of 35%.

Keywords— acceptability, smoked, vegetable, spread.

¹ Ing. Agroindustrial. Msc. Seguridad Alimentaria y Nutricional. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, ygarciapacheco@mail.uniatlantico.edu.co

² Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, malejabt.04@gmail.com

³ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, yulizabanda9a@hotmail.com

⁴ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, keyla-lm@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Dip o Dipping Sauce es un preparado húmedo o cremoso con el que se unta un alimento. Su nombre en inglés significa baño o chapuzón. No es una salsa, pues a diferencia de éstas no se vierte sobre una comida. En el dip se sumerge un trozo de alimento para cubrirlo y agregarle así jugosidad, untuosidad y sabores nuevos. La base de un dip es generalmente un elemento graso (queso crema, mayonesa, crema de leche), un elemento acuoso como jugo de limón o una pasta hecha con verduras, frutas o legumbres como aguacates y berenjenas (Caprile 2013). La base principal de nuestro dip es la berenjena, la cual contiene ácido ascórbico y compuestos fenólicos que le confieren un gran poder antioxidante, principalmente asociado a algunos efectos terapéuticos positivos (Noda et al., 2000; Nisha et al., 2009; Todaro et al., 2009; Singh et al., 2009; ICONTEC 2004).

Uno de los cultivos más representativos en los departamentos de la región Caribe y poco conocido y consumido al interior de Colombia es esta hortaliza, la berenjena, que cuenta con una última producción consolidada de 1.782,9 toneladas en 2016, según datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. De este modo, en el Caribe se ubican 82% de los productores dedicados a su siembra que se adapta muy bien a la región por sus condiciones de altas temperaturas, radiación y poca precipitación, características de sus departamentos (Cardona, 2018).

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), de las 50,1 millones de toneladas de berenjena que se producen en todo el mundo, China lidera con 29,4 millones, seguido por

India con 13,5 millones, Egipto con 1,2 millones, Turquía con 827.380 e Irán con 805.298. El único país latinoamericano que figura entre los 30 primeros productores es México con 138.214 toneladas, situación que revela aún su potencial de desarrollo en las naciones de Centro y Sudamérica. Sin embargo, a pesar de su alta productividad, demanda y potencial antioxidante, su mayor comercialización se da en bruto sin ninguna transformación. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la aceptabilidad de un dip de berenjena ahumada y sus atributos, dándole un valor agregado a esta hortaliza.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Las berenjenas, principal ingrediente del dip fueron compradas en un mercado local (carnes Santacruz murillo), el ajo, la mayonesa y el limón son productos que se compraron en un almacén olímpica. Todos estos puntos de venta ubicados en la ciudad de barranquilla.

Elaboración del producto

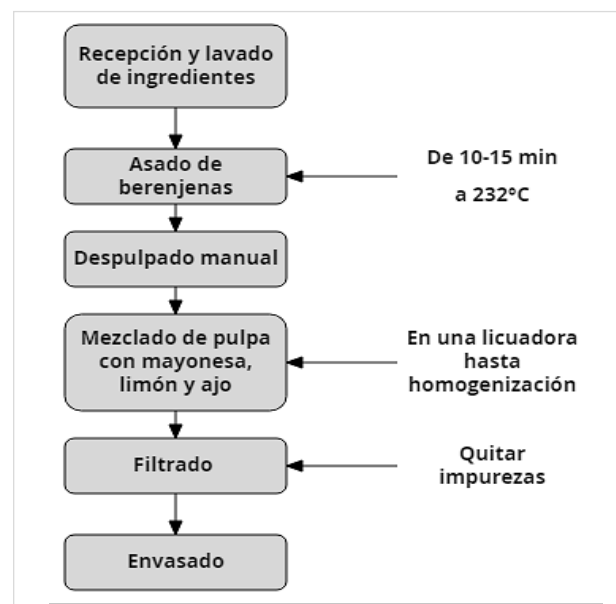


Fig. 1. Flujograma del proceso de elaboración.

Fuente: Autores

Para la elaboración del producto se emplearon los siguientes ingredientes: berenjena, mayonesa, ajo, limón y sal en proporciones de 45%, 50%, 1%, 1.7% y 0.3% respectivamente, siguiendo los parámetros normativos (FAO, 1998) donde se estipula que la cantidad mínima que debe tener un aderezo del componente principal (Berenjena) no debe ser menor al 40% p/p; y las Normas y procedimientos reglamentarios de la industria de alimentos (ANDI), se tomó también el parámetro de sal, el cual no debe ser mayor al 10% p/p.

El proceso de mezclado que se señala en el diagrama de flujo (Fig.1) se realizó en una licuadora casera con potencia nominal de 350 watt durante un intervalo de tiempo de 2 a 4 minutos.

Análisis fisicoquímico.

Las evaluaciones se realizaron siguiendo las metodologías propuestas por la AOAC (1998); para medir el pH se utilizó un potenciómetro digital OrionStarA11 (AOAC 981.12) y los valores fueron expresados como iones de hidrógeno. Para los sólidos solubles, una gota del dip se colocó en un refractómetro de mano ATC, expresando los resultados como °Brix. Para la acidez titulable, se tomó una alícuota de 1,0 g de producto diluido en 50 mL de agua destilada, la cual fue valorada con NaOH 0,1 N hasta alcanzar un pH de 8,2; el resultado se expresó como porcentaje de ácido málico, para el porcentaje de humedad se utilizó el método gravimétrico.

Análisis sensorial.

La prueba sensorial se realizó a 19 catadores semi-entrenados de la Universidad del Atlántico

sede Norte en sus instalaciones, utilizando una encuesta afectiva de tipo hedónica, evaluando cinco atributos del producto: textura, color, sabor, aroma y apariencia. Calificándose del 1 al 5. Siendo 5 la mayor calificación, me gusta mucho, seguido de 4, me gusta, 3, no me gusta ni me disgusta, 2, me disgusta y finalmente 1, me disgusta mucho (Stone, 2004). Además, se realizó una pregunta abierta: ¿Con qué alimento le gustaría acompañar este dip? Con el fin de determinar el perfil del producto, es decir, el alimento hacia el cual estaría dirigido. La prueba se presentó a los catadores en vasos desechables con una capacidad de 80 gr, ofreciéndose únicamente 50 gr de dip, sin vehículo, para evitar que el vehículo interfiriera en la percepción sensorial del producto, los resultados obtenidos se tabularon y graficaron en tablas

Análisis estadístico.

Se realizó un gráfico de cajas y bigotes para cada atributo en el software Statgraphics 5.1, este con el propósito de evaluar la dispersión de los datos.

III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Siguiendo la formulación estandarizada se logró obtener un producto con olor característico (ahumado), cremoso con consistencia y viscosidad deseada. A pesar de la homogeneización quedaron pequeños puntos negros provenientes del proceso de ahumado los cuales no afectan la presentación del dip.



Fig. 2. Producto obtenido

Fuente: Autores

Los resultados obtenidos del análisis físico-químico se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1.

Caracterización físico-química por gramo de producto.

Resultado	Análisis
4,0	pH.
8	°Brix
0,2	Acidez titulable (% ácido málico).
76	% Humedad

Fuente: Autores

Los resultados se asemejan a los obtenidos por Arrazola et al (2014), en una caracterización de extracto de pulpa de berenjena para extracción y microencapsulación de antocianinas, guardan también cierta similitud con el trabajo realizado por Sotelo et al (2000) en la selección del mejor aderezo de berenjena con base a características físico químicas y microbiológicas.

Estos resultados además se acoplan a las normativas, humedad, acidez titulable y especialmente para los °Brix siguiendo el Codex Stan 67-1981 con un parámetro de sólidos solubles mínimo 8 o más de sólidos. En cuanto al pH, el valor es cercanamente al indicado por la referencia NTC 4305 (<4) y por debajo de 4.6, señalado por Smith y Stratton (2007) como un valor seguro que inhibe el crecimiento de *Clostridium botulinum* y la formación de la toxina del botulismo en salsas y aderezos.

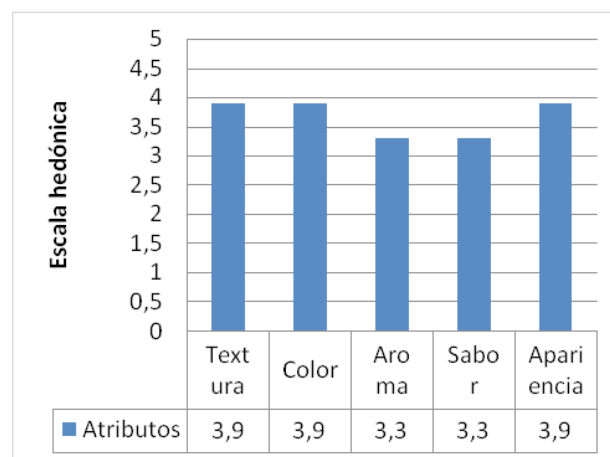


Fig. 3. Análisis de atributos.

Fuente: Autores

Como puede verse en la Fig. 3 se presentan los valores promedios obtenidos para cada uno de los atributos en la escala hedónica de 5 puntos, donde se aprecia que el sabor y aroma tuvo menor aceptación por los catadores con un promedio de 3,26. Este resultado se puede atribuir a que los catadores tienen poca afinidad con algunos de los ingredientes presentes en el dip como la berenjena o el ajo que son los ingredientes que tienen un aroma y sabor característico y además no les agrada el olor a ahumado.

Haciendo una comparación con el queso crema ahumado zamorano se puede apreciar que los catadores tuvieron afinidad por el

aroma ahumado, esto se puede atribuir a las costumbres alimenticias de honduras, ya que para su paladar el ahumado hace parte de su gastronomía (Borjas, F., y J. Colorado, 2010).

La textura con un promedio de 3,95 fue el atributo que presentó mayor aceptabilidad por los catadores, seguida del color y la apariencia, quienes presentaron un promedio de 3,89. Realizando una comparación con un dip a base de garbanzos (Arteaga, 2015) se puede observar que los atributos: apariencia, color y textura, presentan mejor aceptabilidad por catadores por lo cual la aceptación total del producto depende principalmente del sabor y el olor. En general el dip tuvo una aceptabilidad media de 3,65.

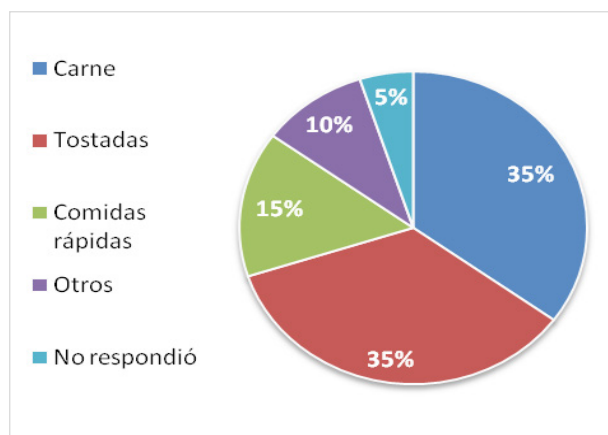


Fig. 4. Determinación de acompañante.

Fuente: Autores

En la encuesta realizada se dejó una pregunta abierta al público para determinar cuál sería el perfil del dip, es decir, el alimento hacia el cual estaría dirigido.

En la Fig. 4 Se puede apreciar que la carne y las tostadas, ambas con un 35%, son los acompañantes que tuvieron mayor propuesta por parte de los catadores, seguido de comidas rápidas con un 15%, y otros que corresponde

a ensalada de atún, papas y pan con un 10%. Con esta apreciación se concluye que el dip ahumado de berenjena puede ser empleado como un buen acompañante desde comidas rápidas hasta carnes o pan.

Para un análisis más completo se realizó un gráfico de caja y bigotes con el programa Statgraphics Centurion XVI.I en el cual se puede observar la media para cada atributo y la distribución de los respectivos datos, así como algunos valores atípicos en el caso del sabor (Fig. 5).

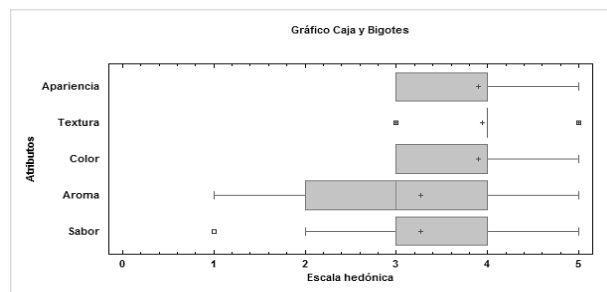


Fig. 5. Gráfico de caja y bigotes.

Fuente: Autores

A través de este gráfico se confirma que los atributos que tuvieron mayor aceptación fueron la apariencia, textura y color, donde la mayor concentración de los resultados se dio entre 3,0 y 4,0; y la media cercana a 4,0. Por el contrario, el sabor y el aroma presentan bigotes que se extienden hasta 1,0 y 2,0 mostrando la gran dispersión de los datos. A pesar de que ambos tienen una media bastante similar, los resultados para el aroma se encuentran más dispersos que los del sabor, con un rango pronunciado de 2,0 a 4,0 siendo el valor de 2,0 correspondiente a la calificación de no me gusta, lo cual nos hace colocar especial atención en este atributo.

IV. CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica podemos decir que, a pesar de su alto contenido de humedad, su acidez le hace menos vulnerable al ataque microbiano, por ende, la implementación de conservantes sería mínima, casi nula, ofreciendo un producto posiblemente libre de conservantes químicos.

El dip de berenjena ahumada presentó poca aceptabilidad en los atributos aroma y sabor según los resultados obtenidos, concluyendo todos los participantes en que estos eran demasiado fuertes especialmente para el aroma debido a los compuestos fenólicos incorporados al mismo, causando desagrado a los catadores. Conociendo que el aroma y el sabor son atributos que están estrechamente relacionados, concluimos que gran parte de los resultados obtenidos para el sabor estuvieron influenciados directamente por el aroma, por lo cual, es necesario realizar una reformulación del producto, de tal manera que el aroma y sabor a ahumado esté menos acentuado; y se resalte el ingrediente principal, la berenjena.

Conforme a los demás resultados obtenidos tales como textura, color y apariencia podemos decir que a futuro realizando la reformulación respectiva puede presentar una mejor aceptación, siendo un producto que responda a la creciente necesidad de consumir acompañantes integrales para los alimentos, es decir que no sólo aporten sabor, sino que además aporten propiedades nutricionales, en este caso antioxidantes y depurativas, generando a través de esto nuevas posibilidades para la transformación de productos agrícolas.

V. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad del Atlántico por las ayudas prestadas en el desarrollo de los análisis realizados, en especial de las herramientas dispuestas para llevarlos a cabo, así como también agradecemos a los catadores semi-entrenados que dieron toda su colaboración para la evaluación sensorial.

VI. REFERENCIAS

- ANDI (Asociación Nacional de Industriales). 1997. Normas y procedimientos reglamentarios de la industria de alimentos. ANDI, Bogotá, p739
- AOAC, (1998). Official Methods of Analysis. 16th. Edition. William S. (ed.) Published by Association of Official Analytical Chemists. CD rom. Washington, D.C., USA.
- Arteaga, A. (2015) dip de garbanzo (*cicerarietinum*), con tomate (*lycopersicumsculentum*, mill) deshidratado (tesis de master) Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redu_g/12721/1/tesis%20sra%20Marina.pdf
- Arrazola, G., Herazo, I., & Alvis, A. (2014). Microencapsulación de Antocianinas de Berenjena (*Solanummelongena* L.) mediante secado por aspersión y evaluación de la de la Estabilidad de su Color y Capacidad Antioxidante.
- Borjas, F. A., & Colorado, J. O. (2010). Efecto del tiempo de ahumado y temperatura en las características físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012).
- Botelho, F., L. Eneas, G. Cesar, C. Bizzotto, E.

- Tavares, F. Oliveira, M. Gloria, M. Silvestre, R. Arantes y Alvarez, J., (2004). Effects of eggplant (*Solanum melongena*) on the atherogenesis and oxidative stress in LDL receptor knock out mice (LDLR). *Food Chemistry Toxicology*. 42: 1259–1267.
- Cárdenas, Z. (2005). Berenjena otra fortaleza de Córdoba. *Revista Tierra Caliente* 37:26.
- Caprile, C. (2013). Sabores en segundo plano. Rosario, Argentina: VíaGourmet. Recuperado de <http://e.viagourmet.com/>
- Estabilidad de su color y capacidad antioxidante. *Información tecnológica*, (2009). 25(3), 31-42. *Food Chemistry Toxicology*. 47: 2640–2644.
- FAO. 1981. Norma general del Codex para los concentrados de tomate elaborados. Codex Stan, 67-1981, Roma, p1-2 FAO. 1987. Norma general del Codex para la salsa picante de mango. Codex Stan 160-1987, Roma, p1-3
- ICONTEC. 2004. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Norma Técnica Colombiana NTC 1220. Berenjena. 4p
- ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación). 1997. ICONTEC. Industrias Alimenticias: Salsa o aderezos para ensaladas. NTC 4305. Bogotá, p8.
- Nisha, P., Nazar, P. A., & Jayamurthy, P. (2009). A comparative study on antioxidant activities of different varieties of *Solanum melongena*. *Food and Chemical Toxicology*, 47(10), 2640-2644.
- Noda, Y., Kneyuki, T., Igarashi, K., Mori, A., & Packer, L. (2000). Antioxidant activity of nasunin, an anthocyanin in eggplant peels. *Toxicology*, 148(2-3), 119-123.
- Singh, AP, Luthria, D., Wilson, T., Vorsa, N., Singh, V., Banuelos, GS, y Pasakdee, S. (2009). Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de la pulpa de berenjena. *Química de Alimentos*, 114 (3), 955-961.
- Smith D. y Stratton J. 2007. Comprendiendo las BPM para salsas y aderezos. <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/pages/index.jsp> [Accedido 06-13- 2007]
- Sotelo, M. S., Márquez, M. R. A., De Paula, C. D., Mejía, M., & Montoya, M. (2007). Selección de la mejor formulación de aderezos de berenjena (*Solanum melongena* L.) con base en sus características fisicoquímicas y microbiológicas. *Temas Agrarios*, 12(2), 42-50.
- Stone, H. (2012). *Sensory evaluation practices*. Academic press.
- Todaro, A., Cimino, F., Rapisarda, P., Catalano, AE, Barbagallo, RN, y Spagna, G. (2009). Recuperación de antocianinas a partir de cáscara de berenjena. *Química de alimentos*, 114 (2), 434-439.

Evaluación sensorial de un queso ricota con adición de coco en almíbar y extracto de coco (Cocos Nucifera L)

Yair García Pacheco¹

Angelo Montaña Jinete²

Brigit Jiménez Fontalvo³

Daniela Titus Barrios⁴

José González Madera⁵

Yurleidys Monroy Ricardo⁶

RESUMEN

El suero de leche es el líquido que se extrae al desuerar el queso. En el Caribe colombiano, la mayoría de este residuo se vende de manera informal para la alimentación de ganado porcino e incluso se produce un queso artesanal con éste (queso Ricota). Antes de la elaboración del presente trabajo, se realizó un sencillo estudio al queso ricota vendido en tiendas de cadena con el fin de conocer cuáles eran los atributos que le bajaban la calidad al producto y los resultados obtenidos muestran que este producto tiene muy poca demanda y sólo es aceptado por el 25% de los encuestados. Con base en estudio anterior se realizó un análisis sensorial con el fin de fabricar un producto que fuese más apetecido por los consumidores, se evaluó la textura, apariencia, sabor y aroma del queso ricota adicionado con coco en almíbar y extracto de coco (Cocos nucifera L.) con el fin de medir la aceptabilidad de este producto entre los consumidores. Los resultados obtenidos arrojaron que éste tiene una aceptabilidad del 82%, siendo la apariencia y la textura los atributos más aceptados. Por lo tanto, el queso ricota adicionado con coco y extracto de coco tendría una mejor aceptabilidad en el mercado en comparación con el queso ricota vendido en las tiendas de cadena.

Palabras clave— Lactosuero, proteínas del suero, Cocos nucifera L, aceptabilidad sensorial.

ABSTRACT

Whey is the liquid that is extracted by draining the cheese. In the Colombian Caribbean, most of this waste is sold informally for swine feeding and some even produce an artisanal cheese with it (Ricotta cheese). Before the elaboration of the present work, a simple study was carried out on the cheese sold in chain stores in order to know which were the attributes that lowered the quality of the product and the results showed that this product has had very little demand and it is accepted only by 25% of the respondents. Based on the previous study, a sensory analysis was carried out in order to produce a product that may be more desired by consumers. The texture, appearance, flavor and aroma of ricotta cheese with addition of coconut in syrup and coconut milk (Cocos nucifera L.) in order to measure the acceptability of this product among consumers. The results obtained showed that it has an acceptability of 82%, with the appearance and texture being the most accepted attributes. Therefore, ricotta cheese with coconut and coconut milk would have a better market acceptability compared to the ricotta cheese sold in chain stores.

Keywords— Whey, whey proteins, Cocos nucifera L., sensory acceptability.

¹ Ing. Agroindustrial. Msc. Seguridad Alimentaria y Nutricional. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, ygarciapacheco@mail.uniatlantico.edu.co

² Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, ajmontano9511@gmail.com

³ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, brigit.jimenes@gmail.com

⁴ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, dnatitus8@gmail.com

⁵ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, jose9508g@gmail.com

⁶ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, ymmonroy2@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

La industria láctea es uno de los sectores más importantes de la economía de países industrializados y en desarrollo. Aproximadamente el 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero, el cual retiene cerca de 55% del total de ingredientes de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales. Algunas posibilidades de la utilización de este residuo han sido propuestas, pero las estadísticas indican que una importante porción de este residuo es descartada como efluente, el cual crea un serio problema ambiental (Aider et al., 2009; Fernandes et al., 2009) debido a que afecta física y químicamente la estructura del suelo, lo anterior resulta en una disminución en el rendimiento de cultivos agrícolas y cuando se desecha en el agua, reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto (Aider et al., 2009). El lactosuero es definido como “la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso” (Foegeding y Luck, 2002). Es un líquido translúcido verde obtenido de la leche después de la precipitación de la caseína (Jelen, 2003). Según Agrocadenas uno de los observatorios del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia la Federación Ganaderos (Fedegan), la producción de leche en Colombia, para el año 2006 fue de 6024 millones de litros (su participación fue de un 10% del PIB, dentro del sector de alimentos), de los cuales, aproximadamente un 18% (1.084 millones de litros) se destinó a la producción de quesos y un 9% (542 millones de litros) a leches fermentadas, lo que quiere decir que la producción nacional de lactosuero, correspondió a 921.672 millones de litros (Londoño et al., 2008).

El suero de quesería posee una serie de propiedades funcionales y un alto valor nutricional lo que permite que pueda ser utilizado en una gran cantidad de aplicaciones en la industria alimentaria. Uno de los procesos para el aprovechamiento del suero es la ultrafiltración, esta técnica consiste en separar, mediante membranas, los diferentes componentes de acuerdo con su peso molecular, permitiendo así concentrar las proteínas del suero de quesería, con un mínimo efecto de desnaturalización (Premaratne y Cousin, 1991). El queso ricota representa una forma interesante de utilización integral del suero, sin requerir grandes instalaciones o equipos, ni gastos de elaboración, por lo cual se logra un producto de fácil comercialización a bajo costo (FAO, 1985).

El queso Ricota resulta de la precipitación de las proteínas séricas, albúmina y lacto globulina; que atrapan en su estructura la lactosa y la materia grasa remanentes en el suero de quesería (FAO, 1985). Se compone en 68,3% de agua, 14,9% de proteínas, 12,6% de grasa, 2,7% de carbohidratos y 1,5% de minerales (Hough et al., 1999). El queso Ricota es de consistencia débil, color blanco, inodoro, de sabor dulce, aunque también se puede agregar hasta un 5% de sal, según las preferencias o gustos de cada región, de esta forma se aumenta considerablemente su tiempo de conservación, lo que tendría importancia en los países de clima tropical. Sin sal es un producto de consumo inmediato y conservación limitada (hasta 7 días a 4 °C) (Carminati et al., 2002). De acuerdo con lo descrito anteriormente, el objetivo de este trabajo consistió en elaborar un queso tipo ricota con coco en almíbar y extracto de coco para mejorar sus características sensoriales.

II. MATERIALES Y MÉTODOS.

Materias primas

La elaboración del producto se llevó a cabo en el laboratorio de alimentos de la facultad de nutrición y dietética de la Universidad del Atlántico. El queso tipo ricota se elaboró con 4 L de lactosuero obtenido de la fabricación de queso costeño de leche fresca de un productor del municipio de Soledad (Atlántico) y 400 mL de leche entera pasteurizada de la empresa Colanta. Tanto la leche como el lactosuero fueron transportados en un recipiente sellado con hielo asegurando la cadena de frío de las materias primas mencionadas. Además, se utilizaron 160 g de coco para la obtención de su extracto, y azúcar para la adición de coco en almíbar deshidratado al queso ricota.

Metodología para la elaboración del queso ricota.

El lactosuero utilizado presentó un pH de 6.2, determinado por el Medidor de pH Portátil Orion Star A121. Este pH ligeramente ácido se debe a que el productor utilizó una enzima (renina) para la elaboración de queso costeño. El procedimiento se divide en 3 etapas:

1. La obtención del extracto de coco se realizó a través de la reducción de tamaño de la fruta descartando su cáscara para luego ser licuada con 300 ml de leche pasteurizada pasando el producto obtenido por un proceso de tamizado.
2. Se realizó un tamizado del suero de leche eliminando las trazas de caseínas que pudieran haber quedado dispersas en la producción de queso costeño. Posteriormente este residuo se sometió a un proceso de pasteurización lenta a 65 °C durante 30 min con el fin de eliminar microorganismos patógenos.

3. Se agregó el extracto de coco a la olla de calentamiento junto al lactosuero previamente pasteurizado, 100 mL de leche estabilizada con 1.5 mL de cloruro de calcio para evitar que precipiten las proteínas de la leche de forma anticipada y 0.78 g de ácido cítrico previamente disueltos en 10 veces su peso en agua. Además, se añadió 0,1% de sorbato de potasio con respecto al peso de la cuajada para evitar el crecimiento de microorganismos como hongos y bacterias.

De forma simultánea se aumenta la temperatura a 85 °C aproximadamente para precipitar las proteínas del suero y las caseínas de la leche agregada, dejando reposar durante 10 min la mezcla, para así obtener la cuajada. Después del enfriamiento del precipitado se realizó el desuerado durante 1 h usando un lienzo provocando la separación física de las fases y luego se pesó la cuajada. A la cuajada se le añade sal de mesa en una proporción de 1.5% de sal de acuerdo con el peso de la cuajada. En el caso del coco, se realiza una conservación en almíbar que se detalla en el siguiente ítem; el proceso se controló con usando un refractómetro calibrado (Centro de Estudios Agropecuarios, 2001). Luego el coco en almíbar previamente colado se sometió a un proceso de deshidratación por método de secado durante 6 h, obteniendo coco rallado deshidratado para su posterior adición al queso ricota. Finalmente, el queso fue empacado en un molde y almacenado a temperatura de 4°C.

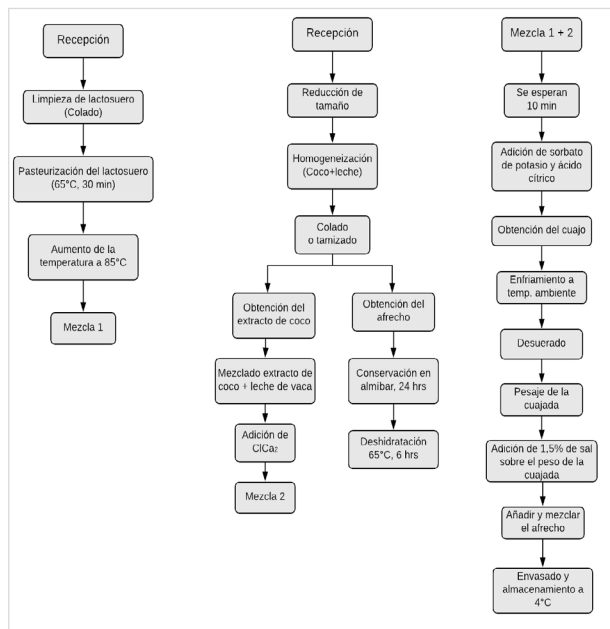


Diagrama 1. Tratamiento y operaciones realizadas al lactosuero.

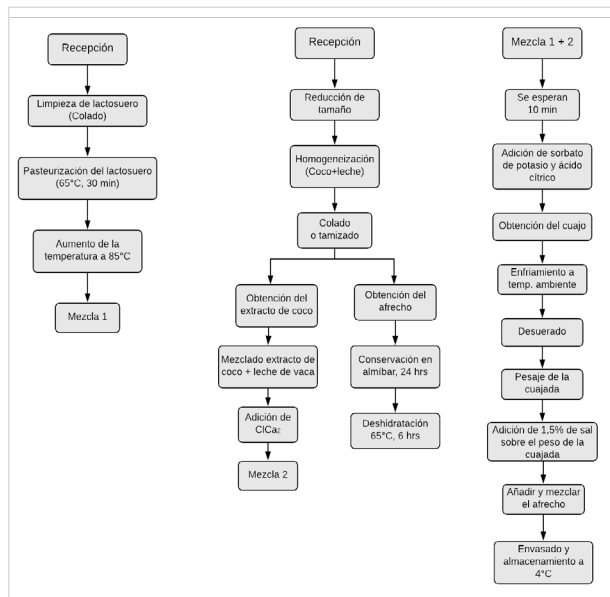


Diagrama 2. Tratamiento y operaciones realizadas al coco y procedimiento para la conservación en almíbar del coco y obtención del alfecho.

Conservación en almíbar

Antes de proceder a la deshidratación de la fruta, se realiza un proceso de conservación y de blanqueado que aporta una mejor percepción

organoléptica del queso. La conservación se realiza por medio de una preparación de almíbar, de la siguiente manera: Teniendo en cuenta que los residuos de queso, que no son más que la pulpa triturada por la licuadora, muestran un peso de 90 g, se realizan los cálculos para sacar las proporciones adecuadas. Para la realización del almíbar, se necesita:

- Agua: permite la mezcla uniforme de los ingredientes.
- Azúcar: preferiblemente blanca, refinada.
- Ácido cítrico: sirve para balancear la acidez y obtener la acidez adecuada.
- CMC (Carboximetilcelulosa): se utiliza como estabilizante y espesante.
- Sorbato de potasio: se añade al jarabe para evitar el crecimiento de microorganismos como hongos y levaduras.

Dicho procedimiento, se observa en el diagrama 2.

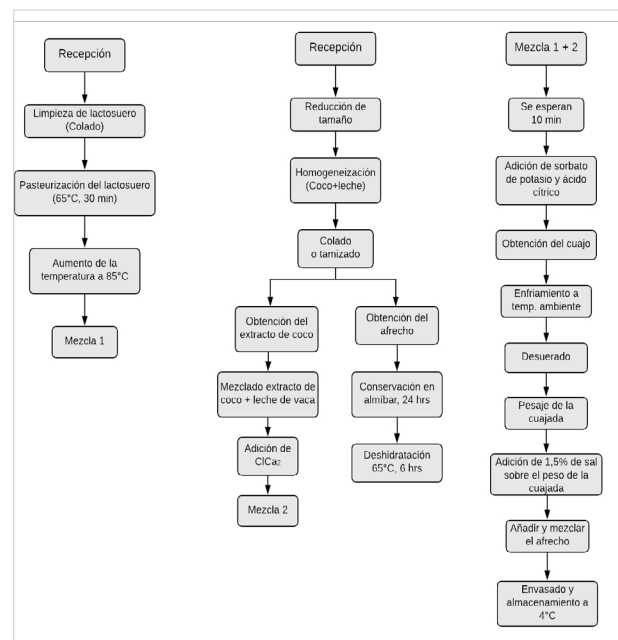


Diagrama 3. Procedimiento para la elaboración del queso ricota con adición de extracto de coco y coco en almíbar.

Tabla 1.

Cantidades y proporciones de los insumos para el almíbar.

Insumo	Proporción	Cantidad
Fruta	-	90 g
Agua	-	510 mL
Azúcar	70 % de la fruta	63 g
Ácido cítrico		
CMC	0.1% de azúcar + agua	0.57 g
Sorbato de potasio	0.05 %	0.29 g

Fuente: autor.

Evaluación sensorial.

Se realizó una encuesta del queso ricota existente en el mercado con 30 estudiantes panelistas semientrenados de la universidad del Atlántico el día 5 de mayo de 2018. Los resultados obtenidos se calcularon en el programa Microsoft Excel 2016. Las preguntas planteadas en el estudio fueron la siguientes:

1. ¿Había escuchado antes acerca del queso Ricota?
2. ¿Ha probado el queso Ricota?
3. ¿Le gustó? ¿Por qué?

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como respuesta a la primera pregunta se puede observar en la Fig. 1 que el queso ricota existente no es tan conocido en el mercado, debido a que obtuvo una popularidad del 43%.

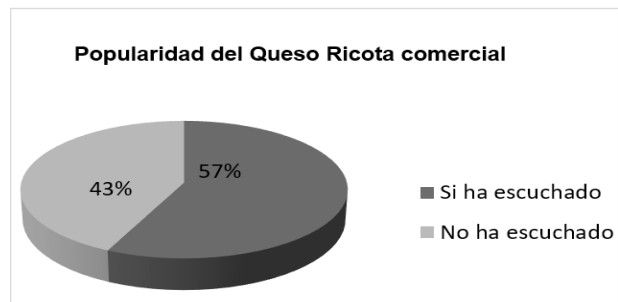


Fig. 1 Popularidad del queso ricota comercial.

A las personas que se encuentran dentro del 43%, es decir, las que conocen el producto se les formuló las preguntas 2 y 3. Los resultados se pueden observar en las Fig. 2 y 3:

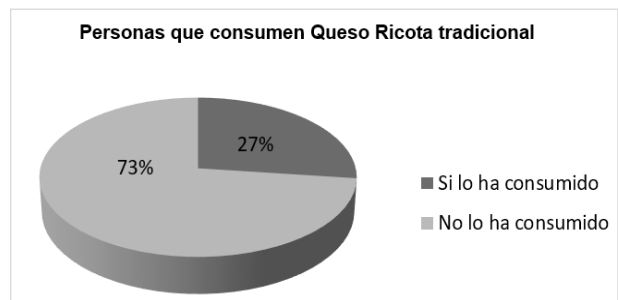


Fig. 2. Personas que han consumido queso ricota tradicional; el 73% no lo han consumido y el 27% lo han consumido.

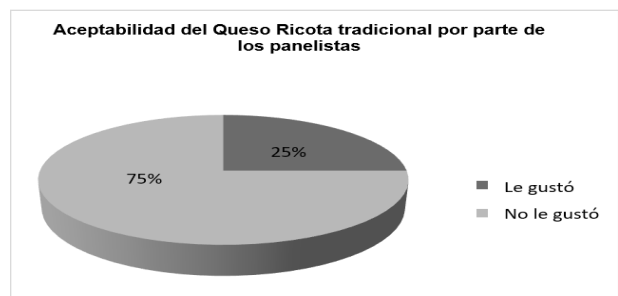


Fig. 3. Aceptación del queso ricota tradicional.

De la Fig. 1, se concluye que del 43% de las personas que han escuchado acerca del queso ricota existente en el mercado, solo el 27% lo ha probado (Fig. 2) y de ese 27% solo al 25%, les gustó este producto (Fig. 3). Las personas a las

cuales no les gustó el queso ricota tradicional, es decir el 75% restante (Fig. 3), coincidieron en la razón para no aceptar totalmente el producto, estas personas respondieron que el queso ricota existente en el mercado no tiene un sabor y un aroma completamente satisfactorio.

La evaluación sensorial del queso ricota con adición de coco en almíbar y leche de coco, se realizó el día 5 de mayo de 2018 en la universidad del Atlántico, sede norte, esta prueba se llevo a cabo utilizando una escala hedónica de cinco niveles (1 =No me gusta nada, 2 =No me gusta, 3 =No me gusta ni me disgusta, 4 =me gusta y 5=me gusta mucho) para evaluar los siguientes atributos de la muestra, sabor (dulzor y salado), aroma, apariencia y textura. Se aplicó la prueba afectiva a 30 estudiantes de la Universidad del Atlántico, los cuales son panelistas semi-entrenados, estos recibieron como muestra 28 g de queso fresco preparada 6 horas antes y refrigerada a 8 °C para su conservación. La muestra presentada a los jueces fue codificada usando un número de 4 dígitos.

Los resultados obtenidos se calcularon en el programa estadístico Microsoft excel 2010 y estos arrojaron que el queso ricota adicionado con coco y leche de coco tiene una aceptabilidad del 82% por parte de los panelistas como se puede observar en el Fig. 4.

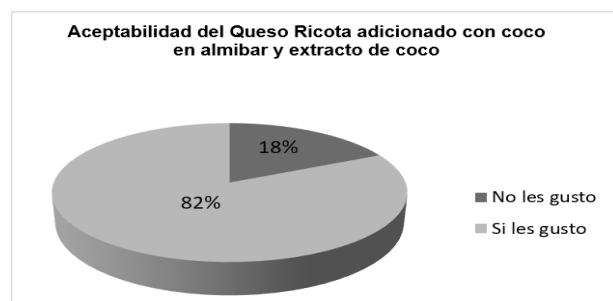


Fig. 4. Aceptabilidad del queso ricota con coco en

almíbar y extracto de coco.

Los atributos también fueron calificados individualmente y los resultados obtenidos los podemos observar a continuación:

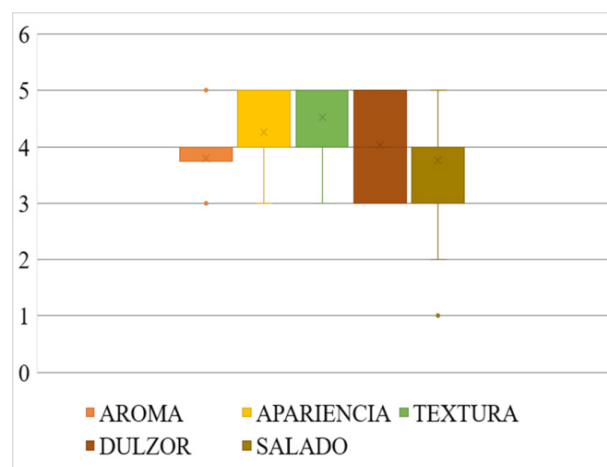


Fig. 5. Atributos sensoriales del queso ricota evaluado.

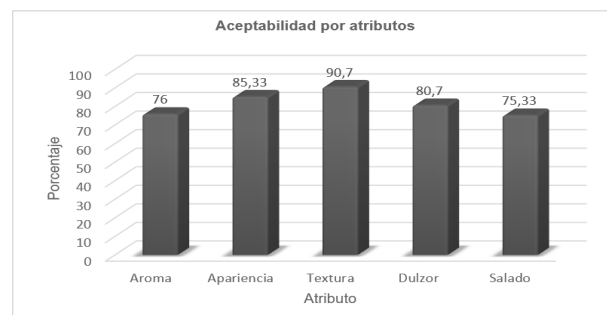


Fig. 6. Evaluación de la aceptabilidad por atributos del queso ricota con coco en almíbar y extracto de coco.

Como lo muestra el Fig. 5, el atributo que menor calificación obtuvo fue el sabor (dulzor o salado), siendo el dulzor el mas variable, oscilando sus calificaciones entre 3 y 5.

En el diagrama de barra se puede observar que el atributo que mejor calificación obtuvo fue la textura con una aceptabilidad por parte de los panelistas del 90.7%, mientras que el atributo que menor aceptabilidad obtuvo fue el sabor (salado) con un 75.33%

IV. DISCUSIÓN

Se puede afirmar que el queso ricota con adición de coco en almíbar y extracto de coco obtuvo una mejor aceptación que el queso ricota existente en el mercado y hubo una mejora en los atributos sabor y aroma, que son el principal problema que tiene el queso ricota existente en el mercado.

Se compara el queso ricota con coco en almíbar y extracto de coco con el queso ricota tradicional y lo que se obtiene como resultado es que el queso ricota con coco y extracto de coco tiene una aceptabilidad mayor al 90% en su textura, siendo este el atributo mejor calificado (Monsalve et al., 2005). También se puede decir que los consumidores relacionan ambos quesos como un queso crema, ya que le encuentran algún parecido en cuanto a la textura (Monsalve et al., 2005). Ambos productos, tanto el queso ricota adicionado con coco en almíbar y extracto de coco como el queso ricota tradicional, al ser evaluados organolépticamente, se observa que mantienen sus características sensoriales durante el tiempo estudiado (3 días), sin embargo se debe tener presente que el queso ricota es un producto fresco, de corta vida útil y de consumo rápido y masivo (Monsalve et al., 2005).

V. CONCLUSIONES

Se obtuvo un queso ricota a partir del aprovechamiento del residuo de la elaboración de queso costeño como lo es el suero de la leche, con mejores características sensoriales en comparación con el queso ricota tradicional, reflejando una aceptabilidad de 82%.

El queso ricota con coco en almíbar y leche de coco se presenta como una de las posibles

soluciones a la utilización o aprovechamiento de este residuo agroindustrial con el fin de reducir el impacto ambiental que este genera y además darle valor agregado a lo que las empresas de derivados lácteos consideran en su mayoría como un “desecho” que genera costos en el tratamiento de purificación para su vertimiento en los cuerpos de agua.

Con esto no solo se da otra solución a una problemática ambiental sino también desde el punto de vista de mercado ya que el queso ricota encontrado en el anaquel de las grandes superficies no es muy apetecible por el consumidor.

VI. AGRADECIMIENTOS

Se le agradece a la Universidad del Atlántico y a la profesora PhD Lourdes Meriño Stand, por su gestión para el acceso a los laboratorios donde se llevó a cabo este trabajo.

VII. REFERENCIAS

- Aider, M., D. Halleux and I. Melnikova. 2009. Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10(3): 334-341.
- CARMINATI, D.; BELLINI, E.; PERRONE, A.; NEVIANI, E.; MUCCHETTI, G. 2002. Traditional ricotta cheese: survey of the microbiological quality and its shelf-life. *Industria Alimentari* 41: 549-5
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1985. Manual de elaboración de quesos. Equipo Regional de Fomento y Capacitación

en Lechería para América Latina.

- Fernandes, M., R. Fornari, M. Mazutti, D. Oliveira, F. Ferreira, A. Cichoski, R. Cansian, M. Luccio and H. Treichel. 2009. Production and characterization of xanthan gum by *Xanthomonas campestris* using cheese whey as sole carbon source. *Journal of Food Engineering* 90(1): 119–123.
- Foegeding, E. and P. Luck. 2002. Whey protein products. 1957-1960. In: Caballero, B., L. Trugo, P. Finglas (eds.). *Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition*. Academic Press, New York.
- HOUGH G.; PUGLIESO M.; SANCHEZ R.; MENDES DA SILVA O. 1999. Sensory and Microbiological Shelf-Life of a Commercial Ricota Cheese. *Journal of Dairy Science*. 82:454-459.
- Jelen, P. 2003. Whey processing. Utilization and Products. 2739-2745. In: H. Roginski, J.W. Fuquay and P.F. Fox (eds.). *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Academic Press, London, UK.
- Londoño, M., J. Sepúlveda, A. Hernández y J. Parra. 2008. Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín* 61(1): 4409-4421.
- MONSALVE, Jorge; GONZÁLEZ, Danelis. Elaboración de un queso tipo ricota a partir de suero lácteo y leche fluida. *Revista Científica*, 2005, vol. 15, no 6.
- PREMARATNE R.; COUSIN M. 1991. Changes in the chemical composition during ultrafiltration of skim milk. *Journal of Dairy Science*. 74:788-795.

Elaboración y análisis sensorial de una salsa tipo chutney a base de mango (manguifera indica L.) de variedad manzano

Yair E. García Pacheco¹

Andres Cristancho Aragon²

Yurleidys Monroy Ricardo³

Daniela Titus Barrios⁴

RESUMEN

Las salsas tipo chutney son una conserva proveniente de India. Se caracteriza por contener frutas y ser un acompañante ideal tanto para carnes frías como para cocinadas. La atracción hacia este producto dio pie para elaborarlo usando mango; una fruta tropical de temporada que, a pesar de ser muy popular, estaba reportando pérdidas de su cosecha. Estos factores hicieron que el objetivo del presente trabajo fuera la elaboración artesanal de un chutney de mango y su respectiva evaluación sensorial por atributos para estudiar la aceptabilidad de la formulación, la cual incluyó el fruto y algunos vegetales y especias. A pesar de que la salsa no cumplió con la normativa nacional vigente en términos del parámetro sólidos solubles (mínimo 50% en masa), el pH se encontraba en el rango. Al tabular los datos de la prueba sensorial se observa que en general todos los atributos estudiados tuvieron un gran porcentaje de aceptación resaltando más el sabor y la textura con un 100% de calificación entre los rangos de acogida (me gusta y me gusta mucho). Probablemente, si se decidiera introducir este producto al mercado, sería bien recibido por los paladares de los consumidores y, además, ayudaría a captar la oferta de los cultivadores de mango de la región.

Palabras clave— Preparación de alimentos, producto básico, fruta, recurso agrícola.

ABSTRACT

Chutney is a preserve that hails from India. It is characterized because it contains fruit and is an ideal companion both for processed and for cooked meats. The attraction to this product gave way to produce it using mango; a tropical fruit in season that despite being very popular, reported losses of its harvest. These factors made the objective of this work the handicraft elaboration of a mango sauce and its respective sensory evaluation to know the acceptance of the formulation, which includes the fruit and some vegetables and spices. Although the sauce did not meet the current national regulations in terms of the soluble solids parameter (minimum 50% by mass), the pH was in the range. When the sensory test data was tabulated it was observed that in general, all the attributes studied had a large percentage of acceptance highlighting more the taste and texture with a 100% rating among the ranges (I like it and I like it a lot). Probably, if it were decided to introduce this product to the market, it would be well received by the palates of the consumers and, in addition, it would help to catch the offer of the fruit growers of the region.

Keywords— Food preparation, commodities, fruit, agricultural products.

¹ Ing. Agroindustrial. Msc. Seguridad Alimentaria y Nutricional. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, ygarciapacheco@mail.uniatlantico.edu.co

² Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, rc-andres1@hotmail.com

³ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, ymmonroy2@gmail.com

⁴ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación GIA, dnatitus8@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las cifras del Ministerio de agricultura, en Colombia la producción de mango llegó a 260.300 ton en el año 2017 y se estima que el área de cultivo alcance las 26.400 hectáreas para el 2018. Así mismo, el comportamiento de las exportaciones de mango procesado ha ido en aumento, posicionando a Colombia en el quinto lugar a nivel internacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018). Esto la posiciona como uno de los países con mayor potencial en cuanto a la transformación y aprovechamiento de esta fruta tropical, a través de la elaboración de productos con un alto grado de aceptación en mercados locales y nacionales. No obstante, se pierden las cosechas de su producción por la falta de compradores y/o consumidores. (Agustín Iguarán, 2018) Dicha situación debe enfrentarse con emprendimiento y con innovación en productos que utilicen el mango como su principal materia prima, tal caso sucede en la preparación del chutney.

El mango manzano hace parte de la variabilidad de los mangos criollos de tamaño mediano. Posee una coloración variable, muchos de ellos con tonalidades rojas y con una cantidad promedio de sólidos solubles de 14.33-18.40 °Brix (García et. al.); menor que la de algunos otros mangos más pequeños como el de hilacha o el de azúcar.

Por otra parte, no se puede dejar de lado el hecho de que el mango presenta un valor nutricional amplio y muy apetecido. El mango compite con otras frutas de origen tropical y con las frutas de clima templado. La composición química de la pulpa varía con las condiciones del cultivo, variedad, estado de maduración, etc.; en general, la pulpa de mango tiene una

alta proporción de sólidos solubles totales y un alto contenido de carbohidratos comparado con otras frutas en estado de madurez de consumo, además de la presencia de minerales tales como potasio, fósforo y calcio; y vitaminas como tiamina, riboflavina, niacina y una destacable presencia de ácido ascórbico (Wall Medrano et al., 2015). Durante el proceso de maduración, los frutos son inicialmente ácidos, astringentes y ricos en ácido ascórbico, luego los frutos maduros contienen niveles moderados de ácido ascórbico, pero son bastante ricos en provitamina A y vitaminas B1 y B2 (Medina, 1981), por lo que su escogencia no presentó lugar a dudas. Además, la variedad manzano es un mango criollo colombiano.

El presente artículo se propone explicar la elaboración de esta salsa agri dulce y la evaluación sensorial realizada a una muestra representativa de estudiantes de la universidad del Atlántico, con el fin de aprovechar esta materia prima que, por nuestra privilegiada posición geográfica, consumimos casi de manera gratuita, y además, evaluar la aceptabilidad de un producto de escasa popularidad entre los habitantes de la región, transformando una fruta que está siendo subutilizada en la región.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La salsa fue elaborada de forma artesanal en Barranquilla-Colombia para ser presentada en la Universidad del Atlántico en la asignatura de Factores de calidad donde fue sometida a una prueba sensorial de aceptabilidad por atributos.

A. Materiales.

Los mangos (*Mangifera indica* L.) de variedad criollo colombiana Manzano y el resto de los

ingredientes fueron adquiridos en el mercado local. En la Tabla 1 se muestra la formulación para la elaboración del producto.

Tabla 1.

Formulación del chutney de mango (Manguijera indica L.).

Ingrediente	Cantidad
Mango (Manzano)	1000 g
Azúcar	400 g
Cebolla	100 g
Pimentón rojo	70 g
Pimentón verde	70 g
Sal	20 g
Ajo molido	10 g
Canela molida	10 g
Clavos de olor	2 g
Vinagre de manzana	80 mL
Agua	100 mL

Fuente: autores

B. Elaboración de la salsa tipo chutney.

El proceso de elaboración de la salsa se anexa en la fig. 1 y se llevó a cabo como describen Padilla et. al, 2016, quienes realizaron una formulación para una salsa similar.

Se elaboró la salsa de mango, donde se estableció la cantidad y concentración de cada ingrediente, sobre las cuales se llevaron a cabo operaciones preliminares (recepción, limpieza, selección, separación), de reducción de tamaño, mezclado y almacenamiento; se llevó a cocción para una mejor uniformidad de la mezcla, se esterilizó y por último se envasó para su posterior almacenamiento y refrigeración.

Posteriormente, se llevó la muestra al laboratorio para conocer las características

fisicoquímicas de pH y porcentaje de sólidos solubles, por lo que se siguieron los métodos AOAC 981.12 para el primer parámetro con ayuda de un potenciómetro portátil Orion Star A221 y el AOAC 932.12 haciendo uso de un refractómetro Brixco® para el segundo.

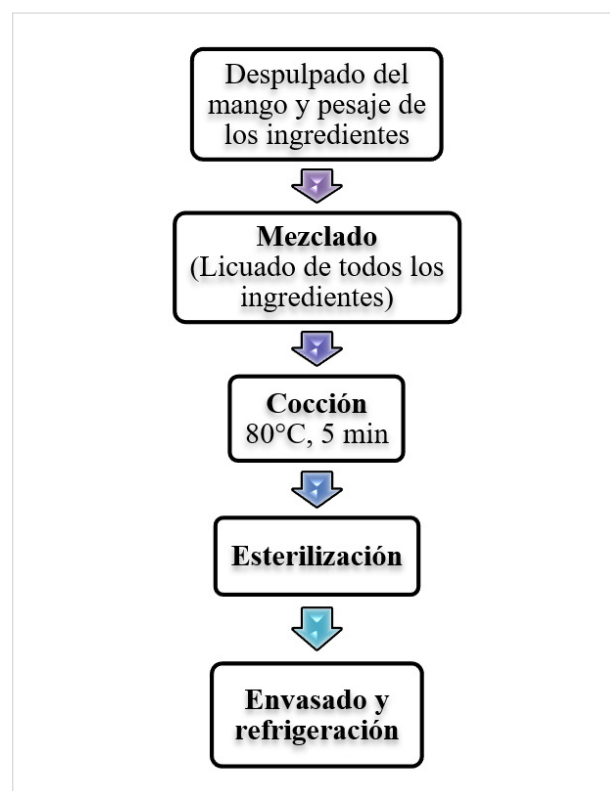


Fig. 1. Diagrama de proceso de la elaboración del producto. Fuente: elaboración propia.

C. Prueba sensorial.

La prueba sensorial de aceptabilidad por atributos se realizó el 18 de mayo de 2018 sobre 17 panelistas semi-entrenados que debía calificar 4 atributos, a saber: apariencia, aroma, sabor, textura; con el empleo de una escala hedónica de 5 puntos, donde: 5: me gusta mucho; 4: me gusta; 3: no me gusta ni me disgusta; 2: no me gusta; 1: no me gusta nada. Para la calificación de la salsa se usó un vehículo (carne de cerdo), para la cual está destinado su uso.

Para la recopilación de los datos se utilizó una encuesta sencilla, cuyos datos resultantes fueron consignados en una plantilla de Excel para su posterior análisis en el software STATGRAPHICS CENTURION XVI.I. El gráfico de caja y bigotes fue el modelo utilizado para el análisis de los datos obtenidos.

III. RESULTADOS.

A. Características fisicoquímicas.

Los resultados obtenidos de la medición con el potenciómetro y el refractómetro, son los consignados en la Tabla 2.

Tabla 2.
pH y °Brix del producto a 22.9°C.

pH	3.57
°Brix	37

Fuente: autores

De conformidad con la norma técnica colombiana que involucra las salsas picantes de mango tipo chutney (NTC 6122).

B. Análisis sensorial.

El análisis de los atributos seleccionados para evaluar la aceptabilidad de la salsa chutney, se puede realizar de forma independiente, de tal forma que las conclusiones o los resultados sean lo más específico posible.

En la Tabla 3, se puede observar el porcentaje de aceptación que se obtuvo para cada uno de los atributos evaluados.

Tabla 3.

Porcentaje de aceptación del producto por atributo.

Atributo	Aceptación
Apariencia	87.1 %
Aroma	82.4%
Sabor	96.6%
Textura	91.8%

Fuente: autores

IV. DISCUSIÓN

A. Características fisicoquímicas.

Se tiene que el producto elaborado cumplió satisfactoriamente con la característica de pH, la cual debe ser máximo 4.6 a 20 °C. El pH obtenido, ayuda mucho en la conservación del producto ya que evita la proliferación de microorganismos patógenos o alterantes. Por otro lado, los sólidos solubles de la salsa fueron de un 37% en masa, valor que se aleja mucho del mínimo de 50% de sólidos solubles totales que dicta la norma (ICONTEC, 2015). Esto se le puede atribuir al tiempo de cocción, ya que si se hubiera dejado más tiempo en el fogón los azúcares se habrían concentrado más.

B. Análisis sensorial.

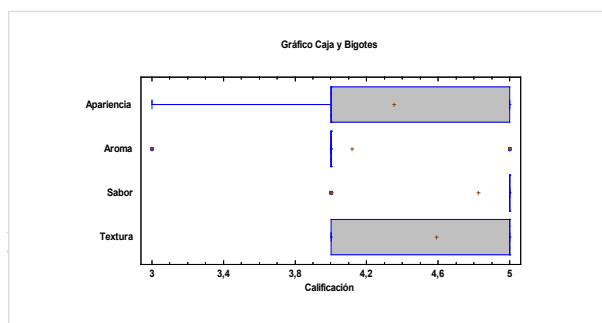


Fig. 2. Diagrama de caja y bigotes de los atributos analizados. Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, el de menor aprobación fue el aroma con 82,4%, pudiendo esto atribuirse al hecho de que varios catadores preferirían un olor menos característico al de pimentón, sin embargo, se puede rescatar que el porcentaje de aceptación no es exageradamente bajo. Se podría afirmar de manera generalizada que todos los atributos tuvieron una buena calificación, pero para observar la dispersión de los datos se hizo el análisis en el gráfico de caja y bigotes, como se muestra en la Fig. 2.

Donde apariencia y aroma presentan datos dispersos de la calificación 3, pero la mayoría de los datos se encuentran entre el rango 4 y 5, y por ende el gráfico se ubica a la derecha. En los atributos de sabor y textura no existe dispersión de los datos ya que estos solo recibieron calificaciones entre 4 y 5.

No obstante, los resultados obtenidos por otros investigadores (David Díaz Ramírez y Emperatriz Pacheco Delahaye) en la Universidad Central de Venezuela sobre salsas de mango (*Manguifera indica* L) utilizando harina de plátano verde (*Musa ssp.*, grupo AAB) como agente espesante, nos permiten determinar y comparar qué tan distante se encuentra la salsa chutney de una aceptación general.

A diferencia de la presente experiencia, para su análisis sensorial utilizan una escala hedónica de 9 puntos, evalúan el parámetro de color, excluyen el de aroma y hacen 5 muestras que varían en la cantidad de la harina de plátano verde (*Musa ssp.*, grupo AAB) agregada a la salsa. Siendo la que tiene una concentración de 0,50% HPV, la de mayor aceptación. En la tabla 4, se observan los resultados de los datos promediados para dicha concentración.

Tabla 4.

*Promedio obtenido de la evaluación fisicoquímica de salsas de mango (*Manguifera indica* L) utilizando harina de plátano verde (*Musa ssp.*, grupo AAB) como agente espesante, por atributo.*

Atributo	Promedio (escala 1-9)
Color	6
Textura	7
Sabor	7.4
Aspecto	8

Fuente: autores

Luego entonces, esto nos permite comparar los promedios obtenidos en 3 parámetros que se evaluaron de manera común. En la Tabla 5, se encuentran los promedios obtenidos por cada atributo evaluado para la salsa tipo chutney.

Tabla 5.

Promedio obtenido de la evaluación de la salsa tipo chutney por atributo.

Atributo	Promedio (escala 1-5)
Apariencia	4.35
Aroma	4.12
Sabor	4.82
Textura	4.59

Fuente: autores

En la tabla 6, se registran los resultados si se realiza la diferencia que existe entre cada uno de los valores promediados de cada estudio y el mayor valor esperado para los atributos (9 para mango con HPV y 5 para la salsa chutney).

Tabla 6.

Diferencia de promedios con el mayor valor esperado para cada prueba sensorial.

Atributo	Promedio Salsa de mango con HPV	Diferencia	Promedio Salsa chutney	Diferencia
Color	6	3	-	-
Textura	7	2	4,59	0,41
Sabor	7,4	1,6	4,82	0,18
Aspecto	8	1	4,35	0,65

Obviando el atributo de color, que no fue evaluado para la salsa Chutney, es bastante claro que la diferencia del mayor valor esperado, con respecto al promedio obtenido es mucho menor para la salsa chutney que para la salsa de mango (*Manguijera indica L.*) con HPV, por lo que el producto del que es objeto de estudio el presente artículo, presenta una aceptación mayor y, por lo tanto, no se debe descartar que tendría un desarrollo potencial bastante ajustado a la realidad y se puede catalogar como un buen producto.

V. CONCLUSIONES

Se logró la elaboración de la salsa tipo chutney a base de mango y su posterior análisis sensorial, comprobándose que tiene una aceptación considerable en atributos particulares, con ello se propone dicho producto como una alternativa para aprovechamiento de una materia prima de temporada que tiene una sobreoferta en el mercado, ya que es una buena forma de darle un valor agregado y abarcar necesidades de los consumidores.

Se considera que debido a que la salsa presentó una muy buena aceptación con respecto a cada uno de sus atributos, el uso al cual está destinado esta salsa, puede potencializar su comercialización como producto.

VI. REFERENCIAS

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Producción de mango mantiene tendencia de crecimiento, en 2018 alcanzaría las 262 mil toneladas.
- El Herald, Iguarán, A. (2018, mayo 17). Montañas de mango se pierden en Ciénaga por falta de comprador. El Herald.
- Wall Medrano, A., Olivas Aguirre, F., Velderrain Rodríguez, G., González Aguilar, A., De la Rosa, L., López Díaz, J., & Álvarez Parrilla, E. (2015). El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud [Ebook] (p. 3). Chihuahua. Retrieved from <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/06revision06.pdf>
- Medina, J. C. (1981). Frutas tropicais: manga. Sao Paulo: ITAL: Instituto de tecnología de alimentos. Governo do Sao Paulo. Secretaria de agricultura e abastecimento. Coordenadoria da pesquisa agropecuaria.
- Díaz, D, Pacheco, E. (2009). Evaluación físico-química de salsas de mango (*Manguijera indica L.*) utilizando harina de plátano verde (*Musa sp.*, grupo AAB) como agente espesante. Facultad de agronomía, Universidad Central de Venezuela. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/>

view/14600139/evaluacion-fisico-quimica-de-salsas-de-mango-revista-facultad-/5

García Lozano, J., González, A., Albertoautor, C., Velasco, R., & Elíasautorauthor, J. Modelo productivo para el cultivo de mango en el valle del Alto Magdalena para el departamento del Tolima.

ICONTEC, N. T. C. (2015). 6122, Industrias alimentarias. Salsa picante de mango.

Padilla Sahagún, M. d., Campos Serrano , M. K., Larios Medrano, I., & Villanueva Rodríguez, S. J. (2016). Elaboración de productos a base de mango. Guadalajara: Conacyt.



Bebida isotonica elaborada con pulpa de sandia

Msc. Yaceris Castro Escorcía¹

Ing. Miller Claro Vásquez²

Ing. Oscar Bolívar Gutiérrez³

Tgo. Meillin Navarro Martínez⁴

RESUMEN

Este proyecto tuvo como fin elaborar una bebida hidratante (isotónica) con pulpa de sandía para satisfacer a los consumidores y las nuevas tendencias de mercado, hacia el consumo de productos más naturales y que además este cumpla con los requisitos exigidos en por las normas legales vigentes en Colombia sobre la producción de estas bebidas. Para ello, se determinó el aporte las cantidades de nutrientes aportados por la sandía dentro de las distintas formulaciones y se determinaron las cantidades de insumos a utilizar con base a los límites permitidos por las normas Res. 3929/2013 y el Dec. 2229/1994. Se realizó un diseño experimental factorial 3×3 donde se analizaron dos factores, el porcentaje de pulpa y el porcentaje de sacarosa, en tres niveles distintos cada uno, dando un total de nueve tratamientos, que corresponde a todas las maneras posibles que se pueden combinar. La metodología consistió en elaborar tres formulaciones, las cuales fueron sometidas a un panel sensorial por medio de una encuesta de mercadeo y preferencia, para determinar la preferida de las bebidas por parte de los panelistas. La encuesta se realizó a la selección sub-20 de Sabanalarga en la sede de CEDAGRO en el municipio de Sabanalarga - Atlántico. La formulación escogida fue sometida a una prueba fisicoquímica y microbiológica para evidenciar el cumplimiento de los requisitos legales vigentes. Por último, fue comparado sus aspectos nutricionales con las bebidas más comerciales en el mercado.

Palabras clave: Actividad Física, Aceptación, Deporte, Electrolitos, Fruta, Nutrientes, Restauración.

ABSTRACT

The purpose of this project was to produce a moisturizing drink (isotonic) with watermelon pulp to satisfy consumers and new market trends, towards the consumption of more natural products and that this also meets the requirements of the current legal regulations. in Colombia about the production of these beverages. To do this, the contribution was determined the amounts of nutrients contributed by the watermelon within the different formulations and the quantities of inputs to be used were determined based on the limits allowed by Res. 3929/2013 and Dec. 2229/1994 . A 3×3 factorial experimental design was carried out where two factors were analyzed, the pulp percentage and the sucrose percentage, in three different levels each, giving a total of nine treatments, corresponding to all the possible ways that can be combined . The methodology consisted in elaborating three formulations, which were submitted to a sensory panel by means of a marketing and preference survey, to determine the preferred of the drinks by the panelists. The survey was made to the sub-20 selection of Sabanalarga at the headquarters of CEDAGRO in the municipality of Sabanalarga - Atlántico. The chosen formulation was subjected to a physicochemical and microbiological test to demonstrate compliance with current legal requirements. Finally, its nutritional aspects were compared with the most commercial drinks in the market.

Keywords— Acceptance, Electrolytes, Fruit, Nutrients, Restoration, Sport, Physical Activity.

¹ Ingeniera Agroindustrial. Msc. Gerencia en Proyectos de Investigación y Desarrollo, Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente (GIPAMA), Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO), ymcastro@misena.edu.co

² Ingeniero de Alimentos, Especialista en gestion de calidad, Especialista tecnologico en trazabilidad de alimentos, Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente (GIPAMA), Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO), miller_claro@misena.edu.co

³ “Ingeniero Agroindustrial Universidad del Atlántico. Especialista en Estudios Pedagógicos”, Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente (GIPAMA), Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO), oscarbolivar55@gmail.com

⁴ Tecnólogo en Procesamiento de Alimentos-SENA-Sabanalarga. Atlántico, Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente (GIPAMA), Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO), mdnavarro9@misena.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2001, el consumo de bebidas no alcohólicas ha ido aumentando de manera considerable gracias a la mejora de la calidad de vida de la población y la disminución de los precios por parte de los productores como estrategia de venta (Revista Dinero, 2001). En los últimos años se ha percibido un marcado decaimiento en el consumo de bebidas gasificadas y aguas saborizadas. Dando paso a bebidas con contenidos más naturales como: Té, jugos, néctares, mixes frutales, bebidas energéticas, maltas, bebidas en polvo para diluir, listas para consumir, bebidas isotónicas, etc. (El Herald, 2015)

Actualmente en el mercado encontraremos múltiples bebidas hidratantes (isotónicas) de diferentes sabores y colores, pero ninguna aporta más allá de una hidratación, vitaminas, nutrientes y minerales. Teniendo en cuenta que las nuevas tendencias del mercado son las de consumir alimentos naturales y saludables (Legiscomex, 2014). Surge la necesidad de crear un producto innovador que sea atractivo y satisfaga las necesidades del mercado.

Las bebidas isotónicas cada vez se posicionan más en el mercado (Semana, 2018), ya que los consumidores por su afán del día a día, no consumen la ingesta diaria de agua que necesita su cuerpo, y estas bebidas por aportar al organismo las sales minerales que necesita para hidratarse, resulta más fácil y practica adquirirla.

El problema radica en que estas bebidas están fabricadas principalmente de agua, sales minerales, saborizantes y colorantes artificiales.

Ayudando a recuperar solamente los minerales que se pierden en la actividad física pero no son fuente de vitaminas y aminoácidos esenciales en su ingesta. Además, estas bebidas no son elaboradas con productos naturales, haciéndolas poco atractivas según las nuevas tendencias del mercado.

La sandía es muy apreciada por ser refrescante, rica en agua y sales minerales. En concreto, es la fruta que mayor cantidad de agua contiene (90% - 95% de su peso) por lo que aporta muy poca energía y, en general, pocos nutrientes, aunque contiene cantidades apreciables de diversas vitaminas y minerales (Federación Española de Nutrición, 2014). Por todas estas características decidimos incluirla en una bebida isotónica y de esta manera hacer más atractivo y natural el producto. Por otra parte, en el mercado no hay muchos productos elaborados a partir de esta fruta, nosotros con nuestro producto trataremos de aprovechar al máximo sus propiedades y realizar los controles y mecanismos necesarios para obtener una bebida Isotónica de calidad y nutritiva.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopiló información a través de consultas bibliográficas e investigación de mercado de las tecnologías disponibles para la producción de bebidas y específicamente bebidas isotónicas y a su vez la composición química de la sandía para determinar su aporte de minerales y vitaminas en la bebida, para cumplir con los estándares establecidos de bebidas isotónicas exigidos.

Se procedió a identificar las propiedades de las materias primas, insumos e ingredientes que se van a utilizar en la elaboración del producto. Se

realizaron balances de materia para determinar las cantidades de sales minerales que aportan la fruta y las cantidades de aditivos a emplear dentro de la elaboración.

Luego se realizará un diseño experimental 3*3 mediante las variables, contenido de pulpa y porcentaje de azúcar, para luego definir la formulación ideal y estandarizar el producto. Las formulaciones fueron sometidas a una encuesta con escala hedónica de 5 puntos.

La muestra seleccionada por parte de los panelistas fue sometida a análisis bromatológicos, fisicoquímicos y microbiológicos bajo los parámetros legales establecidos por las normas técnica colombiana NTC 3837 y el decreto 2229 de 1994, con el objetivo de verificar si esta cumple con los parámetros el cual definen su calidad.

El valor nutricional contenido en la bebida estandarizada fue comparado con los valores nutricionales de las bebidas isotónicas existentes en el mercado.

A. Diseño Experimental

La investigación es cualitativa y cuantitativa de tipo experimental para el cumplimiento de los objetivos planteados, ya que se planteó un diseño experimental factorial con el fin de elegir el más aceptable para los consumidores y que además cumpliera con los estándares e indicadores de calidad estipulados.

Para el desarrollo del prototipo se creó un diseño factorial 3*3, ósea que se van a tener en cuenta 2 factores A (Porcentaje de Pulpa) y B (Porcentaje de Sacarosa), en tres niveles distintos cada factor. Dando un total de 9 tratamientos que

corresponden a todas las posibles maneras que se pueden combinar estos factores, los cuales se les suele llamar bajo, medio, o alto (tabla 1).

Tabla 1.

*Diseño Factorial 3*3*

Tratamientos	A	B	A	B
1	Bajo	Bajo	-1	-1
2	Medio	Bajo	0	-1
3	Alto	Bajo	1	-1
4	Bajo	Medio	-1	0
5	Medio	Medio	0	0
6	Alto	Medio	1	0
7	Bajo	Alto	-1	1
8	Medio	Alto	0	1
9	Bajo	Alto	1	1

B. Preparación de los insumos

Se seleccionan los aditivos a usar verificando su periodo de vencimiento. Se pesan las cantidades necesarias para cada formulación. Se toma el 50 % de agua que se va a utilizar y se agregan inicialmente la sacarosa y el estabilizante. Luego se agregaron paulatinamente los aditivos restantes en agitación constante a temperatura ambiente, evitando la formación grumos.

C. Preparación de la bebida hidratante

Se selecciona una sandía firme, simétrica y sin magulladuras, cortes o abolladuras. Se limpia la fruta para eliminar impurezas y se desinfecta su corteza con una solución de hipoclorito a 15 ppm. Se separa la cascara de la pulpa, y se trocea para facilitar el retiro de las semillas de la pulpa. La pulpa sin semilla es licuada y luego filtrada por medio de un lienzo dentro de un colador para separar las partículas pequeñas de la Sandía del extracto. Se toman los grados

brix y el pH del extracto de Sandia. Se mezclan los porcentajes de pulpa de fruta, la mezcla de aditivos de la siguiente manera.

Se toma el 50% del agua a utilizar, se adicionan inicialmente el azúcar y el estabilizante con una agitación manual constante hasta que se disuelva completamente la mezcla. Luego se adicionan paulatinamente las sales, acidulante, colorante y saborizantes a la mezcla. Por último, se agrega el 50% de agua restante con la cantidad de pulpa a usar.

En una marmita se coloca la mezcla y se lleva a una temperatura de 75°C por un tiempo de 15 minutos. La mezcla es envasada en caliente en las botellas PET térmicas, previamente desinfectados en una solución de hipoclorito a 100 ppm. Las botellas son llevadas a enfriamiento de 4 °C por medio de una marmita enchaquetada, con el fin de provocar un choque térmico al producto. Además de crear el efecto de vacío en la botella. Se deja aclimatar el producto hasta alcanzar una temperatura de 25°C.

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

Para la determinación de los niveles de cada factor se tuvieron en cuenta los límites permitidos por las normas Res. 3929/2013 (factor A) y Dec. 2229/1994 (factor B). Donde se establecen los límites de pulpa no pueden ser mayor a un 8% del total de la bebida y los carbohidratos (expresados en glucosa) deben estar entre 3% y 6%.

Con respecto a la Res. 3929/2013, para el factor A se utilizaron concentraciones de 4%, 6% y 8% y así mantenernos dentro del margen impuesto por esta. Para obtener el porcentaje de glucosa

establecido, utilizando como edulcorante la sacarosa, se tomó la siguiente ecuación (1):

$$\% P/P \text{ Glucosa} = \frac{\text{Peso glucosa}}{\text{peso sacarosa}} \times 100 \quad (1)$$

Para determinar los límites de sacarosa a usar, teniendo en cuenta el porcentaje de glucosa contenido en la molécula y los límites establecidos en norma, Se realizó la siguiente ecuación (2):

$$\text{peso sacarosa} = \frac{\text{Peso glucosa}}{\%P / P \text{ Glucosa}} \times 100 \quad (2)$$

Con respecto a estos cálculos, se procedió a utilizar concentraciones de 7%, 9% y 11% de sacarosa dentro de nuestra formulación, con el fin de estar dentro de los límites establecidos. El diseño experimental se puede apreciar en la tabla 2

Tabla 2.

Variables para el diseño factorial

VARIABLES	FACTOR A	FACTOR B
Nivel 1	4	7
Nivel 2	6	9
Nivel 3	8	11

Nota: los valores de los niveles en cada factor están dados en porcentaje (%) Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta el aporte de electrolitos que otorga la sandía dentro de la formulación, se procedió a calcular las cantidades exactas de sales minerales (cloruro de sodio y cloruro de potasio) para no exceder los límites establecidos.

Primero calculamos la cantidad de peso en gramos que debe tener nuestra bebida según la normatividad. Partiendo de la siguiente ecuación (3):

$$Peso = \frac{mEq \times \text{peso atómico}}{\text{valencia}} \quad (3)$$

Los resultados se pueden apreciar en la siguiente tabla 3.

Tabla 3.

Límites de electrolitos permitidos en bebidas isotónicas.

REQUISITOS Dec. 2229/94	MIN (meq)	MAX (meq)	MIN (gr)	MAX (gr)
Potasio	2.5	5	0,097	0,195
Sodio	10	20	0,23	0,46
Cloruro	10	12	0,355	0,426
Magnesio	-	1.2	-	0,014
Calcio	-	3	-	0,06

Calculamos en gramos la cantidad de electrolitos que contiene la sandía según los distintos niveles que tiene el factor A. Se puede apreciar en la tabla 4.

Tabla 4.

Cantidad de Electrolitos Contenidos en gramos de Sandia.

ELECTROLITOS SANDIA	100 gr	40 gr	60 gr	80 gr
Potasio	0,12	0,048	0,072	0,096
Sodio	0,004	0,0016	0,0024	0,0032
Magnesio	0,011	0,0044	0,0066	0,0088
Calcio	0,007	0,0028	0,0042	0,0056

Nota: las cantidades en gramos corresponden a los distintos niveles del factor A (ver tabla 2) por una porción de 100 gr de fruta

Fuente: Elaboración propia

Se determinó el porcentaje sodio, cloruro y potasio que contienen las sales a utilizar (cloruro de sodio y cloruro de potasio) dentro de la formulación, por medio la siguiente ecuación (4)

$$\% P/P = \frac{\text{peso atómico electrolito}}{\text{peso atómico compuesto}} \times 100 \quad (4)$$

Se calculan las cantidades de NaCl y KCl a utilizar teniendo en cuenta el aporte de electrolitos de la sandía con respecto a los niveles del factor A y a los límites establecidos por la norma, mediante las siguientes formulaciones (5 y 6), dando los siguientes resultados.

$$grNaCl = \frac{\text{limite} - \text{aporte sandia}}{\text{porcentaje de NaCl}} \times 100 \quad (5)$$

$$grKCl = \frac{\text{limite} - \text{aporte sandia}}{\text{porcentaje de KCl}} \times 100 \quad (6)$$

Tabla 5.

Cantidades de NaCl y KCl.

Aditivos	min	max	min	max	min	max
NaCl	0,58	1,17	0,58	1,16	0,58	1,16
KCl	0,09	0,28	0,05	0,23	0,002	0,19

Nota: los distintos valores Mínimo (MIN) y Máximo (MAX), corresponden a los distintos niveles del factor A.

Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados se determinó que 0,6 gr de NaCl y 0,12 gr de KCl son las cantidades necesarias a utilizar dentro de la formulación ya que están dentro de los límites permitidos. Las formulaciones quedaron expresadas en la siguiente tabla.

Tabla 6.
Formulaciones

<i>F</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Agua</i>	88,55	86,55	84,55	86,55	84,55	82,55	84,55	82,55	80,55
<i>Azucares</i>	7	9	11	7	9	11	7	9	11
<i>Fruta</i>	4	4	4	6	6	6	8	8	8
<i>NaCl</i>	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
<i>KCl</i>	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
<i>Colorante</i>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
<i>Citrato de sodio</i>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<i>Saborizante</i>	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
<i>Estabilizante</i>	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
<i>Acidulante</i>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

Nota: los valores de materia prima e insumos dentro de la tabla están dados en porcentaje (%)

Fuente: Elaboración propia

La encuesta realizada es sometida a un análisis estadístico por medio del programa STARGRAPHIC, para determinar cuál de los tratamientos es el más aceptado por parte de los encuestados. Sin embargo, por cuestiones de cronograma esta fase se encuentra en desarrollo.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

La elaboración de la bebida isotónica con pulpa de sandía se llevó a cabo en el laboratorio de alimentos Fruver del SENA (CEDAGRO) Centro para el desarrollo agroecológico y agroindustrial ubicado en Sabanalarga.

Cada tratamiento realizado dentro de nuestra investigación, fue sometido a análisis para determinar sus características fisicoquímicas tales como pH, Grados Brix y Acidez Titulable. Estos datos se pueden observar en la siguiente tabla 7.

Tabla 7.

Características Fisicoquímicas de los Tratamientos.

Tratamiento	Temperatura	°Brix	pH	Acidez
1	18	9,3	4,3	0,192
2	20	12,4	4,4	0,192
3	18	14,1	4,2	0,192
4	15	10,1	4,2	0,192
5	17	11,7	4,3	0,192
6	16	14,8	4,2	0,192
7	17	10,1	4,2	0,192
8	17	13,0	4,3	0,192
9	19	14,7	4,4	0,192

Fuente: Elaboración Propia

Para efectos de esta investigación, se tomaron los tratamientos 1, 4 y 7 por ser aquellos que presentan una menor cantidad de sólidos solubles, siendo estas las que menor cantidad de azúcares tendría y por lo tanto menor contenido de calorías. Característica importante a tener en cuenta para la elaboración de estas bebidas.

Los análisis fisicoquímicos realizados a la bebida isotónica fueron los exigidos por la norma técnica colombiana NTC 3837 y los resultados arrojados fueron los siguientes:

Tabla 8.
Resultados Análisis Fisicoquímicos de la bebida estandarizada

Parámetro	Norma	Limite Min	Limite Max	1	4	7
Concen- tración Osmótica	NTC 3837	200	400	305	315	328
Carbohi- dratos	NTC 3837	3	6	4,0%	4,2%	4,8%
Sodio	NTC 3837	10	20	14,6	15,2	16,3
Cloruro	NTC 3837	10	12	9,43	10,27	11,07
Potasio	NTC 3837	2,5	5	3,3	3,6	3,8
Calcio	NTC 3837	-	3	0,7	0,9	1,1

Fuente: Laboratorio de análisis bromatológico del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) sede centro.

El análisis fisicoquímico del producto permitió establecer las concentraciones de electrolitos presentes en la bebida, donde se puede fundamentar que el producto cumple con los parámetros exigidos por la norma NTC 3837.

Además, se realizó un análisis bromatológico, para determinar su contenido de ceniza, humedad, fibra, proteínas y grasas del producto. Como se puede evidenciar en la siguiente tabla.

Tabla 10.
Análisis Bromatológico de la Bebida Estandarizada

Parámetro	Método	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Fibra	Gravi- métrico	0,3%	0,4%	0,6%
Grasa	Soxleth	0 mg	0 mg	0 mg
Colesterol	Gravi- métrico	0g	0 g	0 g
Proteína	Kjledal	0,2%	0,3%	0,5%
Humedad	Gravi- métrico	93%	93%	92%
Ceniza	Gravi- métrico	1,09%	1,28%	1,37%

Fuente: Laboratorio de análisis bromatológico del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) sede centro.

Los resultados permiten concluir que la bebida no es una fuente significativa de proteína, grasas, grasas trans, grasas saturadas, colesterol, fibra dietaria.

Los análisis microbiólogos realizados a la bebida isotónica fueron los exigidos por la norma técnica colombiana NTC 3837 y los resultados arrojados fueron los siguientes:

Tabla 11.*Análisis Microbiológicos de la Bebida Estandarizada*

Producto	Tipo de análisis	Norma de referencia	Filtración por membrana ufc/100ml	Recuento en placa ufc/ml	Resultado
Bebida Hidratante con pulpa de Sandía	Recuento de bacterias mesófilas aerobias en UFC	NTC 3837	0/100ml	-	0
	Recuento de Coliformes en UFC	NTC 3837	0/100ml	-	Ausente
	Recuento de mohos en UFC	NTC 3837	0/25ml	-	0
	Recuento de levaduras en UFC	NTC 3837	0/50ml	-	0
	Recuento de esporas <i>clostridium</i> sulfito reductoras en UFC	NTC 3837	-	0/ml	Ausente

Fuente: Laboratorio de análisis bromatológico del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) sede centro.

El análisis microbiológico, demostró que el producto en estudio cumple con las normatividades establecidas para este control, debido a que los resultados se encuentran dentro de los índices de calidad microbiológica para este tipo de productos. Lo que lo hace un producto apto para el consumo humano.

Se comparó los aspectos fisicoquímicos de la bebida estandarizada con dos de las marcas más comerciales, encontradas en el mercado actual. Los resultados se pueden apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 12.*Comparativa con las marcas comerciales*

Parámetro	GATO-RADE	POWE-RADE	1	4	7
Concentración Osmótica	200 - 420	280 - 400	305	315	328
Carbohidratos	6%	6%	4,0%	4,2%	4,8%
Sodio	20	15,7	14,6	15,2	16,3
Cloruro	12	10,4	9,43	10,2	11,0
Potasio	3	2,6	3,3	3,6	3,8
Calcio	-	3	0,7	0,9	1,1

Nota: los valores de las marcas Gatorade y Powered son procedentes de sus respectivas etiquetas de producto.

Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar que existen similitudes en algunos parámetros de la bebida estandarizada

y las marcas comerciales, sin embargo, cabe resaltar nuestro porcentaje de carbohidrato es más bajo que las marcas comparadas.

Por cuestiones de cronograma el análisis estadístico, por medio del programa STARGRAPHIC, aplicado a la evaluación sensorial para determinar cuál de los tratamientos es el más aceptado por parte de los encuestados se encuentra en desarrollo.

V. CONCLUSIONES

La Sandía, como materia prima dentro de la formulación de nuestra bebida isotónica cumple con la función de otorgar a esta, parte de los minerales necesarios que deben contener. Esto representa a nivel industrial un ahorro, debido a que se utiliza en menor proporción los insumos, como el Cloruro de Potasio (KCl), para la elaboración de la bebida.

Los análisis realizados muestran que a nivel fisicoquímico la bebida cumple con los parámetros de calidad establecidos bajo la NTC 3837 y que además a nivel microbiológico es apta para el consumo humano.

Al comparar con las marcas existentes en el mercado, se puede concluir que la bebida hidratante con adición de pulpa de sandía cumple con los requisitos para convertirse en una opción de consumo para las personas que realizan actividad física constante, las cuales hoy en día quieren productos más naturales y funcionales para el organismo, como nos indica las nuevas tendencias de nuestro mercado actual.

VI. REFERENCIAS

- Albiach, D., & Di Bella, C. (2015). Elaboración de bebida isotónica con antioxidantes para deportistas. (Título pregrado) Instituto universitario de ciencias de la salud h. A., Argentina.
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos. Mexico: Pearson Education.
- Cabrera, L., Carbajal, A., Caudraro, C., & Moreira, O. (2015). Tablas de composición de alimentos: Guía de prácticas. Ciencia, técnica y naturaleza, 472.
- Calderón, L. A. (2015). Desarrollo de una Bebida Hidratante Elaborada a Base de Agua de Coco y Suero de Leche Siguiendo la Normativa Para Bebidas Isotónicas. (Tesis pregrado) Escuela superior politécnica del Litoral, Ecuador.
- Consumer. (Julio de 2004). Análisis Comparativo de las Bebidas Isotónicas. Revista Eroski Consumer.
- Dinero. (9 de noviembre de 2001). Bebidas para todos. Revista Dinero.
- EcuRed. (Abril de 2017). EcuRed. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Acidulante>.
- Ecured. (Abril de 2017). EcuRed: Estabilizantes. Obtenido de https://www.ecured.cu/Estabilizante_alimentario.
- EducarChile. (2012). Conductividad en Disoluciones Químicas. Obtenido de <http://www.educarchile.cl>.
- El Heraldo (28 de Octubre de 2015). Las bebidas no alcohólicas mueven \$3,5 billones al año. El Heraldo.
- Federación española de nutrición, 2014. Sandía. Obtenido de <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/sandia.pdf>.

- Karaguamechian, S. (Abril de 2016). Perspectiva de la agroindustria en la región caribe. El Heraldito.
- Legiscomex. (Mayo 14 del 2014). Bebidas no alcohólicas en Colombia/Informe sectorial. Obtenido de www.legiscomex.com.
- Meza, V. (2011). Obtención de una bebida isotónica nutritiva carbonatada a partir del extracto del penco de cabuya negra (Agave americana. L)". (Tesis pregrado) Universidad técnica de Ambato, Ecuador.
- Ministerio de salud. (12 de abril de 1994). Decreto 2229. Por la cual se dictan normas referentes a la composición, requisitos y comercialización de las Bebidas Hidratantes Energéticas para Deportistas. Colombia.
- Mogollon Villena, J. (abril de 2015). Desarrollo y caracterización de una bebida isotónica a partir de la uva (Vitis vinifera) y maracuyá (Passiflora edulis) edulcorado con miel de abejas. (Tesis pregrado). Universidad nacional de Piura, Perú.
- Mortelo, M., & Porto, T. (2011). Elaboración de una bebida hidratante a base de carambola y mora. (Tesis pregrado) Universidad de Cartagena, Colombia.
- Norma Técnica Colombiana 3837. (16 de diciembre de 2009). Bebidas no alcohólicas. Bebidas hidratantes y energéticas para la actividad física, el ejercicio y el deporte.
- Resolución 2115. (22 de junio de 2007). Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias. Colombia.
- Resolución 3929. (2 de octubre de 2013). Requisitos sanitarios para frutas y bebidas con adición de jugos o pulpas de frutas. Colombia.
- Reyes, C. (2011). Centro Virtual de Noticias de las Educación. Obtenido de <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-articulo262683.html>
- Rodríguez, E., & Cortegana Bejarano, E. (2015). Formulación y caracterización de una bebida rehidratante a partir de zumo de Aguaymanto (Physalis peruviana) elaborado para agroindustria La Morina. (Tesis pregrado). Universidad nacional del Santa, Perú.
- Rodríguez, Rosa. (2009). Elaboración y estabilidad de una bebida isotónica a base de kiwi (Actinidia chinensis) y guayaba (Psidium guajava) adicionada con ácido unoleico conjugado (CLA). (Tesis pregrado). Universidad Veracruzana. Mexico.
- Salazar, Maria del Pilar. (2006). El uso de la proteína hidrolizada de soya para bebidas hidratantes (Tesis pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- Sawka, M., Louise, B., & Eichner, R. (2007). Ejercicio y reposición de líquidos. Medicine & Science in Sports & Exercise, 25.
- Semana. (14 de abril de 2018). Bebidas, por un nuevo 'boom'. Revista Semana.
- Universidad Nacional de Colombia. (2017). Biovirtual. Obtenido de <http://www.biovirtual.unal.edu.co>.
- Vera, F. (2011). Determinación de las condiciones de uso de almidón modificado en el mejoramiento de fórmulas alimenticias. (Título pregrado) Escuela superior politécnica de litoral, Ecuador.



Productos innovadores a partir de la utilización de lodos de potabilización de aguas como materia prima

Guillermo Vega Ortega¹

Norys Milena Ortiz Salazar²

Víctor Polo Calvo³

Rafael Donado Guerrero⁴

RESUMEN

De acuerdo a su naturaleza, la producción de agua potable en una planta de tratamiento, genera volúmenes significativos de lodos, cantidades que, en caso de no darles una adecuada disposición final, puede contribuir a la contaminación del ambiente afectando suelo, agua y aire que son los medios receptores donde son depositados finalmente.

Este artículo presenta los resultados de la investigación realizada en la planta de tratamiento de agua potable ubicada en Manatí-Atlántico, con el objetivo de desarrollar cuatro productos innovadores a partir de lodos de potabilización de agua como materia prima. Se realizó el muestreo y caracterización de los parámetros físico químico de los lodos resultantes del proceso de tratamiento de agua potable, material que posteriormente fue sometido a una etapa de secado al aire libre y al cual se le adicionaron proporcionalmente productos cementantes como yeso, cal y cemento, con el objetivo de aumentar sus propiedades mecánicas.

Finalmente se elaboraron cuatro opciones de productos innovadores a partir de la utilización de lodos resultantes del proceso de potabilización de aguas como materia prima; tres elementos para construcción de tipo no estructural (bloque, adoquín y mortero tipo recubrimiento) y artesanías alusivas a la cultura de la Región Caribe. A los productos de construcción se les realizaron los ensayos de Resistencia a la compresión, y a las artesanías, análisis cualitativos para determinar el grado de plasticidad y moldeo necesarios para su funcionalidad en la elaboración de productos de este tipo.

Finalmente, se logró determinar mediante esta investigación que se pueden utilizar los lodos de potabilización de agua como insumos para elaboración de productos aprovechables en nuestras comunidades, mitigando el riesgo y posibles impactos ambientales generados por el manejo y disposición inadecuada de estos residuos.

Palabras clave—Aprovechamiento, lodos, materia prima, potabilización, residuos.

ABSTRACT

According to its nature, the production of drinking water in a treatment plant, the superior genera of the sludge, the amounts that, in case a final solution is not made, can contribute to the contamination of the environment affecting the soil, water and air that are the receiving media where they are finally deposited.

This article presents the results of the research carried out in the drinking water treatment plant in the city of Manatí-Atlántico, with the aim of developing four innovative products from water purification sludge as raw material. Sampling and characterization of the chemical parameters of the sludge resulting from the drinking

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, mortizsalazar@misena.edu.co

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

⁴ Técnico en Vigilancia y Control de los Factores de Riesgo del consumo y del ambiente (Saneamiento). SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de investigación GIPAMA, redonado1@misena.edu.co

water treatment process was carried out, material that later became an outdoor drying stage and to which cementitious products such as gypsum, lime and cement were added proportionally. cement, with the aim of increasing its mechanical properties.

Finally, four innovative product options were prepared based on the use of sludge resulting from the process of water purification as raw material; three elements for construction of non-structural type and souls to the culture of the Caribbean Region.

Construction products were tested for resistance to compression, and crafts, qualitative analysis to determine the degree of plasticity and molding necessary for its functionality in the development of products of this type. Finally, it has been determined through this research that water purification muds can be used as ingredients for the production of usable products in our communities, mitigating the risk and possible environmental impacts generated by the management and inadequate structure of these waste.

Keywords— Exploitation, sludge, raw material, potabilization, waste

I. INTRODUCCIÓN

Consecuencia asociada al proceso de potabilización de aguas es la producción de lodos, situación que implica efectos adversos en el ambiente sino se les da un adecuado tratamiento². Como ejemplo se tiene, que al ser vertidos a cuerpos de agua pueden formar sedimentos que aíslan las zonas ecológicas más bajas de estos ecosistemas acuáticos, o representar toxicidad debido a la concentración de algunos de sus componentes para los seres vivos. Además, estos lodos, pueden generar alteraciones paisajísticas y de las características naturales de los suelos donde son depositados posibilitando el deterioro de la calidad de los mismos.

En las plantas de tratamiento de agua potable, se pueden tener también dificultades técnicas en cuanto al manejo de lodos, debido a que éstos, requieren de la instalación de una infraestructura especialmente diseñada para la realización de las operaciones unitarias para su tratamiento. El almacenamiento de lodos implica grandes extensiones de terreno dentro de la planta incrementando los costos de producción del agua potable³.

En el Departamento del Atlántico, existe actualmente, ausencia de tecnologías para el

aprovechamiento de lodos de potabilización de aguas que permitan obtener productos a partir de su utilización como materia prima. Se ha considerado que los lodos de potabilización de aguas, de acuerdo a las características adquiridas después de un proceso de estabilización, pueden ser susceptibles de aprovechamiento, para atenuar sus efectos contaminantes hacia el medio ambiente y proteger a la población en general⁴. Mediante el aprovechamiento de lodos de potabilización de aguas como materia prima, se busca potencializar la producción de bienes y servicios en el centro y sur del departamento del Atlántico, brindando una gran oportunidad de generación de actividades que representen beneficios económicos para las comunidades, derivadas del desarrollo de productos innovadores.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo, como lo es en este caso en los acueductos municipales. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto. Se procederá a mencionar los materiales y métodos empleados para el desarrollo de la investigación.

Materia prima: Lodos provenientes de la planta de potabilización de agua en estudio.

Equipo: Método de fluorescencia por Rayos X para caracterización porcentual de los componentes el lodo en estudio.

Multiparámetros: para determinar las características fisicoquímicas del lodo en estudio.

Equipos portátiles para medición de humedad en suelos.

Instrumentos para toma de muestras en campo. La metodología mencionada a continuación es el conjunto de procedimientos para la planificación y gestión de todos los componentes.

Fase 1: Muestreo y caracterización de propiedades fisicoquímicas de los lodos generados en el tren de tratamiento de la planta potabilizadora en estudio en el municipio de Manatí (Atlántico). En esta etapa se entregan documentos del programa de muestreo para lodos de potabilización de aguas recolectados en el acueducto y llevados a la Finca El Caney del SENA en el que se analizaron algunos parámetros como Ph, conductividad, textura y porcentaje de humedad de dichos lodos. Siguiendo el criterio para análisis de suelo se recogieron estratégicamente 10 muestras de lodos de manera aleatoria en la pileta del acueducto de Manatí (Atlántico) para al final tomar los promedios y con base a ellos pasar a la siguiente fase. Se hizo una prueba por medio de Fluorescencia de rayos X para la valoración porcentual del contenido de metales pesados en el lodo recolectado.

Fase 2: Realización de pruebas experimentales para desarrollar cada una de las opciones de aprovechamiento de lodos: Elaboración de bloque, adoquines, elaboración de morteros y elaboración de mezcla para artesanías. En esta fase se hacen pruebas con diferentes mezclas binarias y terciarias para determinar la que más se acerque a las normas NTC 3356, ASTM C-109, NTC 3546.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron determinaciones de parámetros físicos como porcentajes de humedad, pH, conductividad y textura de los lodos de potabilización de aguas en estudio, tal como se muestran en la tabla 1:

Tabla 1.

Parámetros físicos analizados

PARÁMETROS	VALORES
pH	6.65
Conductividad	73µs/cm
Textura	Areno-franco
Humedad %	37.9

Fuente: Grupo GIPAMA

Se pudo determinar con los resultados de estos parámetros a las muestras de lodo que son idóneos para la realización de los cuatro (4) productos innovadores como materia prima principal provenientes del proceso de potabilización de aguas.

Para los análisis cualitativos se empleó el método de fluorescencia de rayos x, el cual arrojó una valoración porcentual del contenido

de metales pesados presentes en la muestra de lodo, como se observa en la tabla 2:

Tabla 2.

Análisis por el Método de Fluorescencia de Rayos X para el lodo en estudio

ELEMENTO	PORCENTAJE
Fe	28.090
Mn	0.291
Cr	0.268
V	0.338
Ti	2.270
Al	18.158
Si	50.122

Fuente: Grupo GIPAMA

Se pudo determinar, en base a los resultados por Fluorescencia de Rayos X, que los lodos tienen alto contenido de Aluminio y Silicio debido a los coagulantes que se usan para la potabilización, como son el Policloruro de Aluminio (PAC) y el Sulfato de Aluminio. Sin embargo, esto no tendría una incidencia relevante para el objetivo final de este proyecto de investigación.

Se realizaron ensayos de Resistencia a la compresión para mortero de fabricación de bloques y adoquines con diferentes materiales cementantes y correlacionar resultados con normatividad para ensayos de materiales de este tipo, tal como se muestra en la tabla 3:

Tabla 3.

Resultados Resistencia a la compresión de mezclas binarias vs Normatividad

Mortero prueba No.	Edad en días	Resistencia a la compresión (F'c) Kg/ cm ²	Resistencia a la compresión (F'c) MPa	Según ASTM 270 tipo de mortero a 28 días	Resistencia a la compresión Kg/cm ²	Resistencia a la compresión MPa
(1) 90% lodo + 10% cemento	14	11,63	1,16	K	0,5	5.0
(2) 75% lodo +25% cemento	14	12,38	1,24	K	0,5	5.0
(3) 55% lodo + 45% cemento	14	40,81	4,08	N	5,2	53
(4) 90% lodo + 10% yeso	14	10,95	1,09	K	0,5	5.0
(5) 75% lodo +25% yeso	14	11,64	1,16	K	0,5	5.0
(6) 55% lodo + 45% yeso	14	14,56	1,46	K	0,5	5.0

Fuente: Grupo GIPAMA

Tabla 4.

Resistencia a la Compresión de mortero de mejor calidad.

Mortero prueba No.	Edad en días	Resistencia a la compresión Kg/ cm ²	Resistencia a la compresión *MPa	Según ASTM C 270 Tipo de mortero a 28 días	Resistencia a la compresión	
					MPa	Kg/ cm ²
3 55% lodo + 45% cemento	14	40,81	4,08	N	5,2	53

Fuente: Grupo GIPAMA

De acuerdo a correlación con Normatividad se obtuvo el mortero de mejor calidad, con el cual se elaboraron bloques, adoquines no estructurales y se obtuvo un mortero tipo N, apto para recubrimiento, tal como se muestra en la tabla 4:

El mortero para mampostería sin refuerzo debe ser del tipo M, S o N. Se puede concluir que ésta proporción de mezcla, se comporta como un mortero de cemento Tipo N, ya que solo con la resistencia evaluada a los 14 días de edad, está dentro de un rango más cercano a un mortero de éste tipo.

Se diseñaron las especificaciones técnicas para cada uno de los productos innovadores tal como se muestra en la tabla 5:

Tabla 5.

Especificaciones técnicas productos innovadores

Especificaciones técnicas para producto innovador: Adoquín
Características mecánicas evaluadas según norma ASTM C -270 -NTC 3329
Resistencia a la compresión evaluada a los 14 días: MPa = 4.08
Características físicas:
Peso en seco: 1,5 a 2,0 kg
Acabado liso
Dimensiones
Longitud (cm): ±18
Ancho (cm): ±10
Espesor (cm): ±8
Presentación: Rectangular
Fabricación y ensayos:
Mortero de Fabricación: NTC 3356 similar ASTM C-109, NTC 3346, ASTM C -270
Dimensiones (cm)= 18x10x8
Rendimiento: 55 Un x m ²

Continuación Tabla 5

Especificaciones técnicas para producto innovador: Bloque
Características mecánicas evaluadas según ASTM C -270 y NTC 3329
Resistencia a la compresión evaluada al mortero de preparación cubos 5cm de lado a los 14 días: MPa = 4.08
Resistencia a la compresión NTC 4076 bloques: 14 días 1,1Mpa (Bloque no estructural).
Características físicas:
Peso medio en seco = 5 Kg
Acabado: semiliso
Dimensiones:
Longitud (cm): 40
Alto (cm): 20
Espesor (cm): 10
Dimensiones reales (cm):10x20x40
Presentación: Rectangular
Clasificación de materiales:
Cemento portland estructural
Agregado: lodo resultante de planta potabilizadora de agua (previo secado y evaluación de parámetros físico químicos y microbiológicos, análisis granulométrico.)
Agua de mezcla (manejando contenido de humedad del lodo)
Fabricación y ensayos:
Mortero: NTC 3356, similar ASTM C-109, NTC 3346, ASTM C- 270
Dimensiones (cm): 10 *20 * 40
Rendimiento: 12 Un x m ²

Continuación Tabla 5

Especificaciones técnicas para producto innovador: Mortero
Características mecánicas evaluadas NTC 3356, ASTM C270, NTC 3329
Mortero de lodo + cemento:
Resistencia a la compresión evaluada en cubos de 50 mm de lado: a los 14 días: MPa = 4.08
Según ASTM 270 mortero tipo-N
Mortero de lodo + yeso
Resistencia a la compresión evaluada a los 14 días en MPa = 1,46MPa
Fabricado bajo la Norma técnica colombiana NTC 3356 – ASTM C-109. Control de calidad bajo la norma NTC 3546. Evaluado según la Norma ASTM C109.
Los materiales empleados son: Lodo, cemento y agua.
También se fabrica un mortero con lodo, yeso y agua. No contienen aditivos.
Características físicas:
Mortero tipo recubrimiento, apto para recibir pinturas, baja trabajabilidad y mayor tiempo de fraguado
Beneficios:
Diseñado para para uso de pega y pañete en muros no estructurales.
Clasificación de materiales:
Cemento portland estructural yeso
Agregado: lodo resultante de planta potabilizadora de agua (previo secado y evaluación de parámetros físico químicos y microbiológicos, análisis granulométrico.)
Rendimiento
Mayor tiempo de fraguado por lo que requiere menor agua en la mezcla, Alta consistencia Alta plasticidad

Continuación Tabla 5

Especificaciones técnicas para producto innovador: Artesanías
Productos de alfarería o artesanías típicas de la región Caribe Colombiana Elaborados por escultor de programas de formación de artesanías de la región. Dimensiones: A solicitud del modelo deseado por el interesado Presentación: A solicitud del interesado. Los acabados son con pintura o natural, brillo o rústico. Clasificación de materiales: Material cementante: cemento o yeso, con preparación propia del escultor. Agregado: lodo resultante de planta potabilizadora de agua (previo secado y evaluación de parámetros físico químicos y microbiológicos, análisis granulométrico.) Agua de mezcla (manejando contenido de humedad del lodo). Los demás materiales son propios de cada escultor para mejorar los acabados de los productos propiedades de durabilidad, belleza, aspecto y presentación. Suspensiones polímeras acuosas.

Fuente: Grupo GIPAMA

IV. CONCLUSIONES

El análisis por el método de Fluorescencia de Rayos X realizado a los lodos de la planta de potabilización de agua en estudio, arrojó un porcentaje de contenido de Aluminio que superó el doble al contenido de este elemento en un bloque convencional. Se elaboraron morteros con mezclas binarias combinando lodo - cemento, lodo - yeso, que, desde el punto de vista cualitativo, mostraron resultados satisfactorios en cuanto a calidad y resistencia.

Según los resultados arrojados en los ensayos de resistencia a la compresión (14 días de edad) para las muestras evaluadas 3 probetas cúbicas 50mm de lado se registró una resistencia promedio a la compresión para la mezcla de 55% Lodo + 45% Cemento de 40,81 Kg/cm².

El mortero para mampostería sin refuerzo debe ser del tipo M, S o N. Se puede concluir que ésta proporción de mezcla, se comporta como un mortero de cemento Tipo N, ya que solo con la resistencia evaluada a los 14 días de edad está dentro de un rango más cercano a un mortero de éste tipo⁶.

El mortero tipo N, es el tipo de mortero multipropósito para uso en las estructuras de mampostería. Es apropiado para pañete y paredes interiores de partición, es el que mejor combina las propiedades de resistencia, trabajabilidad y economía.

El mortero conformado por 55 % lodo + 45 % cemento es un mortero que además presenta las propiedades de uso de morteros de recubrimiento, ya que su función no es estructural sino de embellecimiento, o la de proporcionar una superficie uniforme para aplicar la pintura, no requieren una resistencia determinada; la plasticidad juega en ellos un papel muy importante.

Los adoquines elaborados con la mejor calidad de mortero se pueden fabricar en diferentes modelos tales como: rectangular, corbatín, hexagonal y diversos espesores con aplicaciones para pasos o senderos peatonales sin alta carga estructural, decorativas, de señalización. En textura es un material completamente liso ya que no presenta ningún tipo de aditivo solo se

emplea en su fabricación un mortero con un solo tipo de agregado (lodo).

Los bloques elaborados con el mortero de mejor calidad pueden ser empleados para divisiones a menor altura, construcción de andenes, jardineras y el mortero de fabricación tiene la capacidad de retener pintura para mejorar el acabado en este tipo de construcciones. Es un excelente sub-producto para fabricación de viviendas de baja resistencia que puede ser remplazado como material constructivo para poblaciones que emplean materiales de menor resistencia.

En textura es un material completamente semi liso, ya que presenta bastante porosidad por la resistencia a la contracción por secado del lodo. Para disminuir el contenido de vacíos del material se recomienda para futuras investigaciones someterlo a procesos de vibrado. Los ensayos a los morteros de preparación de bloque y adoquines han resultado satisfactorios de acuerdo a la normatividad. Los resultados de ensayos realizados directamente sobre los materiales de construcción (bloques y adoquines), están alejados de la norma NTC 4076 sobre construcción de bloques estructurales de acuerdo a la dosificación de lodo y cemento ensayada, sucediendo lo mismo con los adoquines. Se pueden mejorar las propiedades mecánicas adicionando a los lodos materiales tipo polímeros naturales, con otro tipo de agregado.

Los productos de Alfarería o Artesanías, son productos innovadores en cuanto a los materiales de fabricación. Normalmente se emplean arcillas para este tipo de diseños, y se están reemplazando éstas por lodos provenientes de

plantas potabilizadoras de agua como materia prima, materiales cementantes, agua entre otros aditivos para mejorar la durabilidad y apariencia del producto.

Los lodos por su alto contenido de humedad, capacidad de moldeo, consistencia y plasticidad se comportan muy bien para fabricar éste tipo de productos, los cuales son a gusto del cliente. Se pueden fabricar diferentes modelos en diferentes tamaños y dimensiones.

El empleo de lodos como materia prima para construir productos de alfarería o artesanías contribuye a la mitigación de impactos ambientales en la disposición final de lodos en plantas de tratamiento de agua, dependiendo de las dimensiones y tamaño de la solicitud del producto, de esta forma se calcula la cantidad de materiales empleados y costo del producto final.

Económicamente el empleo de lodos como materiales para la producción de artesanías favorece a los escasos y búsqueda de arcillas para moldeo de éste tipo de productos. Para la fabricación de productos de construcción, reduce la cantidad de material empleado en obra para su elaboración y contribuye a la mitigación de impactos ambientales en la disposición final de lodos en plantas potabilizadoras de agua.

Finalmente se propone una fuente de materia prima de generación constante para la fabricación de productos innovadores a partir de morteros combinando lodos y materiales locales, lo cual podría ser aprovechado por la comunidad y empresas del sector.

Esta investigación contribuye a minimizar la problemática de los efectos negativos que

puedan tener los lodos de potabilización de aguas en el ambiente. Como técnica aprovechamiento de lodos de plantas potabilizadoras de agua se puede decir que existe una buena viabilidad técnica en la fabricación de morteros y artesanías a partir de lodos de potabilización de agua como materia prima.

V. AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue realizada gracias al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA junto con el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA en el Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (Sabanalarga, Atlántico).

Los autores agradecen al Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente GIPAMA, a su aliado SENA del Centro Nacional Colombo Alemán (Barranquilla, Atlántico) y a la Universidad de la Costa en su Facultad de Ingenierías haciendo posible el uso del laboratorio de ensayo de materiales (Barranquilla, Atlántico).

Por ultimo agradecen enormemente la ayuda brindada por los aprendices del área ambiental del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (Sabanalarga, Atlántico).

VI. REFERENCIAS

Walsh M.E., Lake C y Gagnon G. (2008). Rutas estratégicas para la gestión sostenible de residuos de plantas de tratamiento de agua. *Journal of Environmental Engineering and Science*, 7 (1): 45-52; Torres P, Hernandez

D. y Paredes D. (2012). Uso productivo de lodos de plantas de tratamiento de agua potable en la fabricación de ladrillos cerámicos, *Revista Ingeniería de Construcción*, Volumen 27 N° 3.

Filho SS 1, Piveli RP , Cutolo SA , de Oliveira AA . (2013). Planta de tratamiento de aguas de eliminación de lodos en estanques de estabilización. *Agua Sci Technol.* 67 (5): 1017-25.

D. R. © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014). Estadísticas del Agua en México. México: InDesign e Ilustrador CC.

Conagua. (s.f.). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Introducción al tratamiento de aguas residuales municipales. Recuperado de <http://mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro25.pdf>.

Estandarización del proceso de elaboración de una bebida isotónica con adición de pulpa de carambolo (Averrhoa Carambola)

Msc Yaceris Castro Escorcía¹

Ing. Maria Pión Cantillo²

Ing. Dilan De Alba De Moya³

Msc. Teresa Altamar perez⁴

RESUMEN

Durante la actividad física nuestro cuerpo pierde agua y electrolitos, estos se reponen a través de bebidas isotónicas, las cuales cada vez aumentan su demanda, debido a la tendencia fitness. Las bebidas deportivas son una opción cuando se transpira mucho o se pierden líquidos. Su calificativo de isotónicas se refiere a que contienen similar concentración de partículas (azúcares y sales minerales, fundamentalmente) en la sangre, lo que favorece su rápida asimilación. En teoría, beberlas proporciona el equilibrio ideal entre rehidratación y reabastecimiento (Investigación GATORADE Vol.18). Este proyecto tuvo como principal objetivo estandarizar el proceso de elaboración de una bebida isotónica con adición de pulpa de carambolo (Averrhoa carambola) cultivado en el departamento del Atlántico, el cual es una alternativa para potencializar la industrialización del fruto a través del impulso a la innovación y suplir la necesidad a la tendencia actual de estilos de vida saludables y el deporte. Para el cumplimiento de los objetivos se realizó una investigación de tipo experimental con el fin de establecer un proceso viable, factible y que cumpliera con los indicadores de calidad estipulado; inicialmente se determinó el proceso productivo que consistió en la identificación de tecnologías disponibles para la producción de bebidas isotónicas, continuando con la selección de las operaciones unitarias requeridas teniendo en cuenta la materia prima, fruto, producto final y tecnologías disponibles, luego se establecieron los mecanismos de control que permiten inspeccionar la efectividad de cada una de las operaciones unitarias. Para la etapa siguiente se determinó la formulación, teniendo en cuenta la legislación pertinente para el producto a estandarizar, las variables, operaciones unitarias y la aceptación de los consumidores. El desarrollo del prototipo se determinó a partir de tres fórmulas, a través de un arreglo factorial, en el cual se definieron las variables A, B, C y D que corresponde a las concentraciones de sacarosa, cloruro de sodio, citrato de sodio y cloruro de potasio, respectivamente; cada uno de los tratamientos se estableció según los límites permitidos en la NTC 3837 para cada variable. Las muestras fueron sometidas a un análisis sensorial de preferencia de escala hedónica de 5 puntos del cual se concluye que no existe diferencia significativa entre los panelistas. Siendo la más aceptada la formulación dos (Agua 87,05%, Fruta 4%, Azúcares 8,55%, Sales 0,09%, regulador de acidez 0,043%; Saborizante 0.12, estabilizantes 0,07%, Acidulante 0.15%). Por consiguiente, se obtuvo un proceso lineal que constó de tres etapas: la adecuación y preparación de la pulpa, la transformación, envasado y almacenamiento; la formulación con mayor aceptación presentó un contenido de sodio 14,6 mEq/L, Cloruro 17,13 mEq/L, potasio 3,2 mEq/L y porcentaje de glucosa 4,2%, cumpliendo con lo establecido en la NTC 3837. Y aporta 0.7 % de fibra, sin colorantes ni preservantes. Logrando la estan-

¹ Ingeniera Agroindustrial. Msc. Gerencia en Proyectos de Investigación y Desarrollo, Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente – GIPAMA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Regional Atlántico, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Sabanalarga, Colombia. ymcastro@misena.edu.co

² Ingeniero Agroindustrial, Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente – GIPAMA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Regional Atlántico, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Sabanalarga, Colombia, mariapion0507@gmail.com

³ Ingeniero Agroindustrial, Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente – GIPAMA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Regional Atlántico, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Sabanalarga, Colombia, dilan.dealba@hotmail.com

⁴ Ingeniera de Alimentos. Msc. En Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo, teresa.altamar@misena.edu.co, Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente – GIPAMA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Regional Atlántico, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Sabanalarga, Colombia.

darización del proceso y formulación de una bebida isotónica con pulpa de mango de hilaza verde cultivado en el departamento del Atlántico.

Palabras clave: agroindustrialización, innovación, formulación, sales, hidratantes.

ABSTRACT

During physical activity our body loses water and electrolytes, these are replenished through isotonic drinks, which increase their demand, due to the fitness trend. Sports drinks are an option when you perspire a lot or lose fluids. Its qualification of isotonic refers to the fact that it contains a similar concentration of particles (sugars and mineral salts, fundamentally) in blood, which favors its rapid assimilation. In theory, drinking them provides the ideal balance between rehydration and replenishment (GATORADE Research Vol.18). The main objective of this project was to standardize the process of making an isotonic drink with the addition of pulp of green “hilaza” mango cultivated in the department of Atlántico, which is an alternative to potentiate the industrialization of the fruit through innovation. For the accomplishment of the objectives, an experimental research was carried out in order to establish a viable, feasible process that would comply with the stipulated quality indicators; Initially, the productive process was determined, which consisted in the identification of technologies available for the production of isotonic beverages, continuing with the selection of the unit operations required taking into account the raw material, fruit, final product and available technologies, then the mechanisms were established of control that allow to inspect the effectiveness of each of the unit operations. For the next stage, the formulation was determined, taking into account the relevant legislation for the product to be standardized, the variables, unit operations and the acceptance of the consumers. The development of the prototype was determined from three formulation, through a factorial arrangement 34 in which the variables A, B, C and D were defined, corresponding to the concentrations of sucrose, sodium chloride, citrate sodium and potassium chloride, respectively, each of the treatments was established according to the limits established in the NTC 3837 for each variable. A sensory analysis of 5-point hedonic scale preference was it done, from which it was concluded that there is no significant difference between the panelists. The most accepted formulation was the number two (Water 87.05%, Fruit 4%, Sugars 8.55%, Sales 0.09%, acidity regulator 0.043%, Flavoring 0.12 5, stabilizers 0.07%, Acidulant 0.15%). Finally, we obtained a linear process that consisted of three stages: the adaptation and preparation of the pulp, processing, packaging and storage; The formulation with the highest content content sodium 17.8 mEq / L, Chloride 17,13 mEq / L, potassium 3.6 mEq / L and percentage of glucose 4.2%, complying with the provisions of the NTC 3837. The beverage provides 1% fiber, without dyes or preservatives. Achieving the standardization of the process and formulation of an isotonic drink with mango pulp of green yarn cultivated in the department of Atlántico.

Keywords— agroindustrialization, innovation, formulation, salts, moisturizers.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se han venido presentando muchas enfermedades a temprana edad y la ciencia estipula que es consecuencia de una mala alimentación de los seres humanos, es por ello que se volvió tendencia tener una vida saludable; las personas cada vez más alejan de su dieta los productos con alto contenido de calorías y consumen más frutas, verduras, alimentos bajo en azúcares, grasas, entre otros; a su vez suman el ejercicio a sus rutinas diarias, cada día vemos como los parques se llenan de personas caminando, trotando, practicando deportes, organizan grupos para manejar

bicicleta, rumbaterapias, patinaje, partidos de fútbol, un sinfín de actividades físicas que implique ejercitar el cuerpo y les ayuden a mantener una buena salud. (Daneshkhu, 2017)

En Colombia, los cambios de hábitos y las nuevas preferencias de los consumidores son algunas de las causas para que las empresas de bebidas y alimentos sumen entre sus propuestas más productos saludables y de categoría premium. Aunque no existe una cifra exacta de cuánto ha crecido el negocio de lo saludable en Colombia, se prevé que el mercado de productos con beneficios mueve alrededor del 20% del consumo de alimentos en el país y crece un 10% anual. (Legiscomex, 2017)

En el departamento los sectores industriales sobresalen los subsectores de combustibles, vidrios, bebidas y textiles. Específicamente la industria de bebidas ha tenido un aumento del 4.1 % hasta en el tercer trimestre del año 2015, además, se pronostica que el país registrará un aumento del 40% en su consumo entre 2016 y 2019 (Legiscomex, 2017), lo anterior se está dando debido a la tendencia de tener un estilo de vida saludable, por lo que serán más personas las que realicen actividades físicas y los que actualmente lo hacen intensificaran esas actividades, lo anterior conlleva que aumente la demanda de las bebidas hidratantes, las cuales son las destinadas fundamentalmente a calmar la sed y reemplazar el agua y los electrolitos perdidos durante el ejercicio físico para mantener el equilibrio metabólico y a suministrar fuentes de energía de fácil absorción y metabolismo rápido. Pero los consumidores más que cumplir su función quieren una bebida que les brinde nutrición, belleza, salud, energía y bienestar; en el mercado actual existen muchas bebidas que ayudan a reponer los electrolitos necesarios que se pierden durante la actividad física; sin embargo, la mayoría de estas, son de carácter sintético y no satisfacen la necesidad actual del consumidor. (Vidal, 2017)

En busca de satisfacer dicha necesidad antes mencionada, la adición de pulpa de fruta es una alternativa para ello, de ahí se plantea como objetivo estandarizar una bebida hidratante con pulpa de carambolo (*Averrhoa carambola*) como estrategia para un consumo saludable e impulso de la innovación tecnológica alimentaria. El fruto de Carambolo, es un fruto tropical exótico que se da en el departamento de forma silvestre, desaprovechando sus propiedades nutricionales, como, su alta actividad antioxidante, bajo valor

calórico, buen contenido de vitamina A y C y minerales como calcio, fósforo y potasio, es recomendado para personas con diabetes e hipertensión arterial; para conservar la visión y el buen funcionamiento del sistema inmunológico. Las personas del campo las cultivan para su consumo en fresco y jugos, pero no se ha logrado fomentar la agroindustrialización de este fruto por desconocimiento técnico de su manejo, falta de políticas públicas, vías de acceso y promoción de los beneficios del fruto (Mateus Cagua, Arias C, & Orduz Rodriguez, 2015).

Usualmente la carambola (*Averrhoa Carambola* L.) es comercializada principalmente como fruto fresco o mínimamente procesado. Con la elaboración de una bebida con adición de pulpa de este fruto, se aprovecha el potencial de este para ser transformado agroindustrialmente, fortaleciendo e incentivando el consumo de frutas colombianas que en un momento dado pueden estar destinadas a residuo por su no utilización. (Dayer, 2018).

A raíz de lo anterior, es de suma importancia potencializar el sector mediante herramientas como la investigación, desarrollo e innovación científica y tecnológica, dando respuesta a las necesidades principales del sector sin dejar de lado al consumidor final, por medio de alternativas y desarrollos agroindustriales, que particularmente. Todos los esfuerzos que se realicen para impulsar los productos del departamento suman al resultado que es lograr un departamento rico en productividad y agroindustrialización y comercialización.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Tipo de investigación:

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, la investigación es experimental ya que se planteó un diseño de este tipo con el fin de elegir el más viable, factible y que cumpliera con los estándares e indicadores de calidad estipulados, (Luis A. Condo Plaza & José M. Pazmiño Guadalupe, 2015).

B. Población y muestra

La muestra de los panelistas fue seleccionada los de edades entre 16 y 35 años de edad y se muestrearon los que realizaran alguna actividad física.

El proceso de estandarización y análisis correspondientes se llevaron a cabo en los laboratorios del Centro para el Desarrollo Agroeconómico y Agroindustrial (CEDAGRO) del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), ubicado en el mismo municipio.

C. Diseño experimental

Para el desarrollo del prototipo se creó un diseño factorial 3^4 (el tres de la base indica que cada factor toma sólo tres valores y el cuatro del exponente indica que se estudiarán cuatro factores). Para este diseño se definieron las variables A, B, C y D que corresponde a las concentraciones de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$), cloruro de sodio (NaCl), citrato de sodio ($Na_3C_6H_5O_7$) y cloruro de potasio (KCl), respectivamente como lo muestra la tabla 1.

Tabla 1.

Diseño experimental

	(A) % $C_{12}H_{22}O_{11}$	(B) % NaCl	(C) % $Na_3C_6H_5O_7$	(D) % KCl
I	6,65	0,061362	0,02	0,022365
II	8,55	0,064284	0,04	0,0261
III	10,45	0,067206	0,05	0,02982

Fuente: Elaboración propia

En la tabla número dos se evidencia los tres tratamientos que se realizaron, cada uno de ellos se estableció según los límites permitidos para los iones de potasio, cloro, sodio y para el porcentaje de glucosa.

Tabla 2.

Tratamientos experimentales

Formulación	1	2	3
Materia prima	Porcentajes		
Agua	88,91%	87,05%	87,05%
Fruta	4,00%	4,00%	4,00%
Azucares	6,65%	8,55%	10,45%
Sales	0,08%	0,09%	0,10%
Regulador de acidez	0,02%	0,04%	0,05%
Saborizante	0,12%	0,12%	0,12%
Estabilizante	0,07%	0,07%	0,07%
Acidulante	0,15%	0,15%	0,15%

Fuente: Elaboración propia.

D. Desarrollo del prototipo

Para el desarrollo del prototipo se procedió a elaborar el producto de acuerdo a las tres formulaciones previas diseñadas:

1. *Identificación de operaciones unitarias:* de acuerdo a la materia prima, fruto, producto final y tecnologías disponibles se realizó una investigación basada en las operaciones utilizadas en la industria de bebidas y

lograr determinar las operaciones básicas más adecuadas que sean favorables, eviten pérdidas y aumenten el rendimiento durante la etapa de transformación.

2. *Preparación de la bebida:* Una vez establecidas las operaciones unitarias, se desarrolló la preparación de la bebida de acuerdo a las tres formulaciones diseñadas, en esta fase además se analizó el comportamiento en cada una de las operaciones que conllevaron al cumplimiento de calidad del producto final. (Las propiedades de las materias primas, insumos e ingredientes).
3. *Estandarización del proceso:* Se procedió a establecer los mecanismos de control existentes, con el fin de inspeccionar y asegurar la efectividad del proceso de elaboración y definir parámetros ideales para obtener los mejores resultados en el proceso.
4. *Análisis sensorial:* Posteriormente se procedió a realizar un análisis organoléptico para verificar su sabor, olor, textura y color; a través de una prueba de preferencia de escala hedónica de 5 puntos (Juan Sebastián Ramírez Navas, 2012), para los 3 tratamientos experimentados, con el objetivo de determinar la formulación más aceptada por los panelistas sometiendo los resultados a un análisis estadístico de varianza (ANOVA).
5. *Estandarización del producto:* Para la estandarización del producto se procedió a realizar un análisis fisicoquímico y microbiológico, para determinar si se cumplía con los valores máximos y mínimos establecidos en la norma técnica colombiana 3837 del 2009, el cual define su calidad.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Identificación de las operaciones unitarias

A partir de la revisión bibliográfica se lograron establecer las tecnologías, operaciones y mecanismos de control disponibles para la producción de bebidas hidratante y transformación del fruto de Carambolo, más adecuadas que fueron favorables, evitaran pérdidas y aumentarían el rendimiento durante la etapa de transformación, como se observa en el siguiente gráfico:

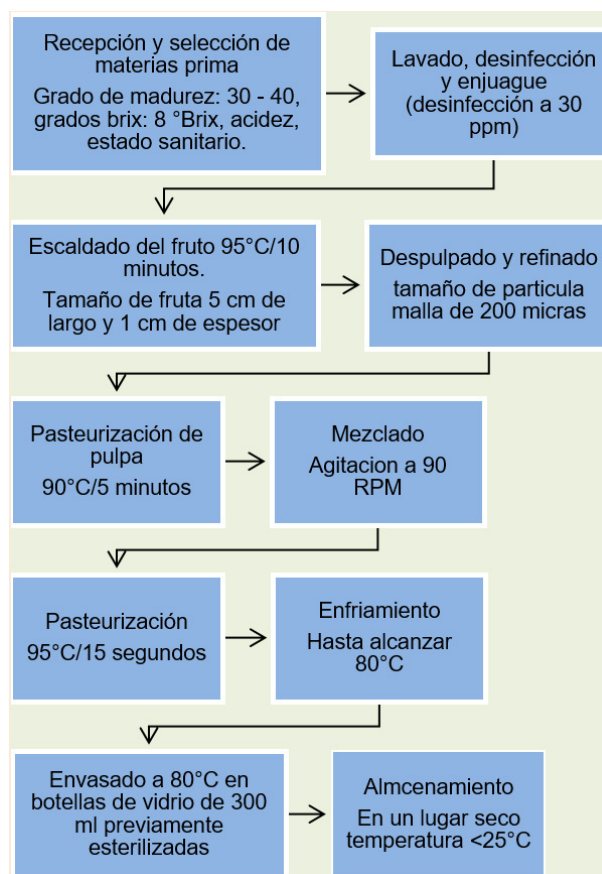


Figura 1. Diagrama de proceso elaboración de la bebida isotónica.

Fuente: Elaboración propia

B. Preparación de la bebida y estandarización del proceso.

Posteriormente, teniendo definidas las operaciones se procedió a determinar las variables críticas para el desarrollo de la bebida, con el objetivo de tener los mejores resultados de acuerdo a las propiedades tecnológicas del fruto, e inocuidad e higiene.

Tabla 3.

Mecanismos y variables de control.

Mecanismo y variable de control	
Recepción	Grado de madurez: 30 - 40, grados brix: 8 °Brix, acidez, estado sanitario.
Limpieza y desinfección	Solución de hipoclorito: 30 ppm
Escaldado del fruto.	Tamaño de fruta 5 cm de largo y 1 cm de espesor, tiempo: 10 minutos, temperatura: 95°C
Despulpado y refinado.	Tamaño de los orificios de la malla: 2 (200 micras)
Mezclado.	90 rpm,
Pasteurización.	Temperatura: 95°C. Tiempo: 15 segundos, pH: 2.9
Enfriamiento	Hasta alcanzar una reducción de temperatura 80°C
Envasado.	Volumen: 300 ml
Almacenamiento	Temperatura menor a 25°C

Fuente: Elaboración propia.

C. Análisis sensorial

En el análisis sensorial se realizó una prueba de preferencia de escala hedónica de cinco puntos, con las tres formulaciones obtenidas (tabla 2) del diseño experimental. Los resultados arrojados

tabularon y analizaron por medio de un análisis de varianza (ANOVA) y los resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4.

Resultados prueba hedónica

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	RELACION F	
				CALCULADA	TABULADA (p≤0,05)
TOTAL(T)	98	182,55			
TRATAMIENTO (Tr)	2	1,27	0,64	0,64	5,336
PANELISTA (P)	32	117,21	3,66	3,66	1,989
ERROR €	64	64,06	1		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo los resultados estadísticos del análisis de varianza ANOVA, donde se consideró un valor del 5%. De acuerdo a esto se establece que los valores F calculados deben ser superiores a los valores F tabulados. Dado que el valor F calculado para los tratamientos es de 0,64 y es inferior al valor F tabulado que es 5,336, no se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos. Por otro lado el valor F calculado para los panelista que fue de 3,66, siendo mayor al F tabulado que fue de 1,989, se llega a la conclusión que existe una diferencia significativa (p≤0,05), entre los tratamiento ni panelistas. Analizando que entre los tratamientos no hubo diferencias significativas se definió la formulación que mayor aceptación tuvo como lo muestra la tabla 5.

Tabla 5.*Grado de aceptabilidad de los tratamientos.*

	T1	T2	T3
Concentración sacarosa	6,65	8,55	10,45
Concentración cloruro de sodio	0,061362	0,064284	0,067206
Concentración citrato de sodio	0,02	0,04	0,05
Concentración cloruro de potasio	0,022365	0,0261	0,02982
Grado de aceptabilidad (%)	81	91	76

La tabla 6 muestra la formulación con mayor aceptación por parte de los panelistas:

Tabla 6.*Formulación final.*

Formulación	2
Materia prima	Porcentajes
Agua	87,05%
Fruta	4,00%
Azúcares	8,55%
Sales	0,09%
Regulador de acidez	0,04%
Saborizante	0,12%
Estabilizante	0,07%
Acidulante	0,15%

Fuente: Elaboración propia

D. Estandarización del producto

Requisito	n	m	M	C
Recuento microorganismos aerobios mesófilos/ml	3	0	-	0
N.M.P Coliformes/ml	3	0	-	0
N.M.P Coliformes fécales/ml	3	0	-	0
Esporas clostridium sulfito reductor/ml	3	0	-	0
Hongos/ml y recuento de levaduras/ml	3	<10	-	0

1. Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos realizados a la bebida hidratante fueron los exigidos por NTC 3837 y los resultados se muestran a continuación en la tabla 6.

Tabla 7.*Resultados fisicoquímicos bebida estandarizada.*

INFORME DE RESULTADOS FISICOQUÍMICOS(100gr)	
Concentración osmótica mOsm/L	301
Sodio (mEq/L)	14,6
Cloruro (mEq/L)	17,13
Potasio (mEq/L)	3,2
Carbohidratos (expresados como glucosa)	4,2%
Fibra	0,7%
Colesterol	0 mg
Grasa	0 gr

Fuente: Laboratorio de análisis bromatológico del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) sede centro.

Los resultados obtenidos muestran que el producto cumple con las especificaciones de la NTC 3837.

2. Análisis microbiológicos.

Los análisis microbiológicos realizados a la bebida hidratante fueron los exigidos NTC 3837 y los resultados arrojados fueron los siguientes:

Tabla 8.

Resultados microbiológicos bebida hidratante.

Requisito	n	m	M	C
Recuento microorganismos aerobios mesófilos/ml	3	0	-	0
N.M.P Coliformes/ml	3	0	-	0
N.M.P Coliformes fécales/ml	3	0	-	0
Esporas clostridium sulfito reductor/ml	3	0	-	0
Hongos/ml y recuento de levaduras/ml	3	<10	-	0

Fuente: Laboratorio de microbiología Servicio Nacional de aprendizaje (SENA).

El análisis microbiológico, demostró que el producto en estudio cumple con las normatividades establecidas para este control, debido a que los resultados se encuentran dentro de los índices de calidad microbiológica para este tipo de productos.

3. Parámetros organolépticos

Tabla 9.

Parámetros organolépticos de la bebida.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS	Color	Propio a la fruta
	Olor	Propio a sus componentes
	Sabor	Característico, propio de la fruta
	Textura	Suave, levemente viscosa
	Apariencia	Libre de grumos, contiene fibra de fruta.

Fuente: Elaboración propia.

IV. CONCLUSIONES

Se estandarizó la fórmula y proceso de elaboración para la bebida isotónica a partir de pulpa de carambolo.

Se determinaron las operaciones y mecanismos de control necesarios para la elaboración a nivel de laboratorio de la bebida isotónica a partir de pulpa de carambolo.

La estabilidad microbiológica fue óptima a temperatura ambiente, lo que describe que es un producto inocuo, apto para el consumo humano. La bebida resultó con un pH de 2,9, grados Brix de 9, porcentaje de carbohidratos 4,2% expresado en glucosa, contenido de minerales 34,93 mg en 100 gr, 0,7% de fibra.

Se caracterizó la bebida isotónica a partir de pulpa de carambolo, por medio de los resultados fisicoquímicos, microbiológicos y

organolépticos obtenidos.

La bebida aporta 0,7% de fibra y no contiene cantidades de grasa ni colesterol.

Presenta una concentración osmótica de 305 mOsm/L, contiene 17,13 mEq/L de sodio, 14,6 mEq/L Cloruro, 3,2 mEq/L de potasio y 4,2% de carbohidratos expresados en glucosa.

La formulación más aceptada por los encuestados fue la presenta 8,55% de carbohidratos y 0,09% de sales y 4% de pulpa.

Mediante el análisis de varianza no se determinaron diferencias significativas en las formulaciones planteadas por lo que se eligió la más aceptada por los encuestados.

V. REFERENCIAS

- Albiach, D., & Di Bella, C. (2015). Elaboración de bebida isotónica con antioxidantes para deportistas. (Título pregrado) INSTITUTO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD H. A., Argentina.
- Calderón, L. A. (2015). Desarrollo de una Bebida Hidratante Elaborada a Base de Agua de Coco y Suero de Leche Siguiendo la Normativa Para Bebidas Isotónicas. (Tesis pregrado) Escuela superior politécnica del Litoral, Ecuador.
- Daneshkhu, S. (03 de 02 de 2017). Expansión. Obtenido de Financial Times: <http://www.expansion.com/empresas/distribucion/2017/02/03/58938d-bbca4741e81a8b45c4.html>
- Delgado, P. M., & Galván, D. F. (1 de Mayo de 2013). Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Obtenido de Instituto Canario de Investigaciones Agrarias: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Carambola.pdf>
- Drayer, L. (22 de Julio de 2018). CNN Spanish Wire; ProQuest. Obtenido de <https://search-proquest-com.bdigital.sena.edu.co/docview/2073002004/5CA3D8211A024108P-Q/1?accountid=31491>
- Legiscomex. (2017). Legiscomex.com.
- Mateus Cagua, D., Arias C, M., & Orduz Rodríguez, J. (2015). El cultivo de carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y su comportamiento en el piedemonte del Meta (Colombia). Una revisión. REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS, 135-148.
- Méndez, G. C. (1 de Diciembre de 2009). Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de jugo de dos variedades de carambola (*Averrhoa carambola*). Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/291/1/AGI-2009-T029.pdf>
- Mogollon Villena, J. (abril de 2015). Desarrollo y caracterización de una bebida isotónica a partir de la uva (*Vitis vinifera*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) edulcorado con miel de abejas. (Tesis pregrado). Universidad nacional de Piura, Perú.
- Mortelo, M., & Porto, T. (2011). ELABORACION DE UNA BEBIDA HIDRATANTE A BASE DE CARAMBOLA Y MORA. (Tesis pregrado) Universidad de Cartagena, Colombia.
- Norma Técnica Colombiana. (16 de diciembre de 2009). Bebidas no alcohólicas. Bebidas hidratantes y energéticas para la actividad física, el ejercicio y el deporte.
- Shah, B. N., Seth, A. K., & Modi, D. C. (2011). Fruit and Fruit Products as Functional Foods. International Journal of Food Safety, Nutrition, Public Health and Technology, ;

14 - 27. Obtenido de International Journal of Food Safety, Nutrition, Public Health and Technology; .

Vidal, N. (01 de 01 de 2017). Superfoods, alimentación y salud todo en uno. Obtenido de <https://www.ainia.es/insights/superfoods-alimentacion-y-salud-todo-en-uno/>

Villacorta, L. M., & Vásquez, C. P. (2013). Irradiación UV-C en frutas tropicales mínimamente. *Scientia Agropecuaria*, 147-161.

Weiab, S. D., Chen, H., Yan, T., Lin, Y. M., & Zhou, H. C. (2014). Identification of antioxidant components and fatty acid profiles of the leaves and fruits from *Averrhoa carambola*. *Food Science and Technology*, Elsevier, 278-285.

Determinación del potencial de biometano de residuos urbanos domésticos como una alternativa energética

Yuria Martinez-Becerra¹

Robert Hidalgo²

Yordy Mosquera³

Danicza Martínez⁴

Arcenio Peña⁵

Néstor Herrera⁶

RESUMEN

Colombia por su potencial biodiverso es altamente productor de residuos, los cuales, al ser explotados por mecanismos biotecnológicos permiten el aprovechamiento de los subproductos, dando valor agregado y generando nuevos ingresos. En este trabajo se busca la obtención de una fuente de energía renovable a partir de la transformación de biomásas agroindustriales como residuos de poda, vinazas, bagazo de caña, residuos de fruta y verduras, determinando la sinergia de los consorcios microbianos involucrados en la digestión anaerobia. El potencial bioquímico se analizó en reactores batch de 500mL enriquecidos con medio mineral y se calculó el gas generado por desplazamiento en botellas Mariotte. Los sustratos se analizaron en fresco por muestreos tomados al azar, calculando volúmenes y masas a partir de los sólidos totales (ST) y sólidos volátiles (SV) por métodos analíticos Standard Methods. Se realizó codigestión entre los sustratos poda, verduras y frutas, con el fin de mejorar la relación carbono nitrógeno; cada ensayo se realizó por triplicado con dos controles blancos como diseño experimental. Las concentraciones evaluadas fueron 2 y 4 g SV/l, con una relación Inóculo/Sustrato de 2:1. Se evaluaron dos inóculos procedentes de un digestor lodos Porcinos y un frigorífico lodos Bovinos que se mezcló con porcinos para el ensayo. Las muestras incubadas a 37°C se monitorearon cada día durante los 44 días de montaje dando como resultados preliminares los volúmenes desplazados de biogás.

Palabras clave-- Consorcio, codigestión, digestión anaerobia, potencial de biometano, reactor.

ABSTRAC

Colombia, due to its biodiverse potential, is highly productive of waste, which, when exploited by biotechnological mechanisms, allows the use of by-products, giving added value and generating new income. This work seeks to obtain a source of renewable energy from the transformation of agroindustrial biomasses such as waste from pruning, vinasse, sugarcane bagasse, fruit and vegetable waste, determining the synergy of the microbial consortia involved in anaerobic digestion. . The biochemical potential was analyzed in batch reactors of 500mL enriched with mineral medium and the gas generated by displacement in Mariotte bottles was calculated. The substrates were analyzed fresh by sampling taken at random, calculating volumes and

¹ Ingeniería Biotecnológica. M.s.c en Ingeniería Ambiental, Grupo de Investigacion en Biotecnologia BITI, ymartinezb@sena.edu.co

² Tecnólogo de Procesos Biotecnológicos aplicados a la Industria, Grupo de Investigacion en Biotecnologia BITI, hidalgo199brs@gmail.com

³ Tecnólogo de Procesos Biotecnológicos aplicados a la Industria, Grupo de Investigacion en Biotecnologia BITI, ysmosquera614@misena.edu.co

⁴ Tecnólogo de Procesos Biotecnológicos aplicados a la Industria, Grupo de Investigacion en Biotecnologia BITI, mdmartinez390@misena.edu.co

⁵ Tecnólogo de Procesos Biotecnológicos aplicados a la Industria, Grupo de Investigacion en Biotecnologia BITI, arcenio.pena.fernandez@gmail.com

⁶ Tecnólogo de Procesos Biotecnológicos aplicados a la Industria, Grupo de Investigacion en Biotecnologia BITI, arcenio.pena.fernandez@gmail.com

masses from total solids (ST) and volatile solids (SV) by analytical methods Standard Methods. Codigestion was carried out between the pruning substrates, vegetables and fruits, in order to improve the carbon nitrogen ratio; each trial was performed in triplicate with two white controls as experimental design. The concentrations evaluated were 2 and 4 g SV / l, with an inoculum / substrate ratio of 2: 1. Two inoculums from a porcine sludge digester and a cattle sludge refrigerator that was mixed with pigs for the test were evaluated. The samples incubated at 37 ° C were monitored every day during the 44 days of assembly, giving as preliminary results the displaced volumes of biogas.

Keywords-- Consortium, codigestion, aneroid digestion, potential of biomethane, reactor.

I. INTRODUCCIÓN

El mundo de hoy dirige su mirada a un aprovechamiento energético ambientalmente amigable como es el uso de fuentes alternas de energía, aproximadamente el 81% de la energía consumida a nivel mundial proviene de fuentes fósiles, mientras que el 19% restante proviene de fuentes renovables (UPME, 2015).

Países como China, Alemania, España, y Estados Unidos, son considerados precursores en el aprovechamiento de fuentes alternas de energía y pioneros en la aplicación de tecnologías instaladas utilizando energía hidráulica, eólica, solar, geotérmica y de las biomásas, como una alternativa de complementariedad para contribuir a la generación de energía eléctrica (REN21,2014). Alemania es un ejemplo del uso de electricidad a partir de un aprovechamiento de biomasa, en el 2015 su participación en porcentaje de energías alternas fue de 31.5%, donde el Biogás tiene el 16.8% (BMW, 2016), con 8856 plantas cuya potencia eléctrica instalada de 4018 MW, abastece a 8.4 millones de familias completas con energía (Asociación Alemana de Biogás, 2015).

Colombia es un país biodiverso que puede abastecerse energéticamente de fuentes convencionales y no convencionales, sin embargo, la producción energética está

constituida en un 93% de recursos primarios de origen fósil. (UPME, 2015). La biomasa es la única fuente de energía renovable ilimitada, al ser transformada a partir de procesos térmicos, combustión, gasificación, fermentación y digestión anaerobia se genera una conversión energética que permite obtener biocombustibles y biogás, sustratos primarios para obtener calor, electricidad o fuerza motriz (Ministerio de minas y energía 2011). En zonas rurales de difícil acceso es considerada la principal fuente de abastecimiento energético por su potencial combustible y la generación de energía térmica y eléctrica (bioetanol y biogás), debido a la composición y estructura química compuesta por carbono la hacen un sustrato de alto valor energético. (Saidur et al., 2011).

En el presente trabajo se evaluará el comportamiento biológico del consorcio microbiano de lodos provenientes de un frigorífico, y de un biodigestor de lodos porcinos de Palmira Valle del Cauca, además de determinar por medio de digestión anaerobia fases: hidrolítica, acidogénica, acetogénica y metanogénica el potencial bioquímico de Biogas de los sustratos Poda, Frutas y Verduras. El potencial bioquímico se analizará en reactores batch de 500mL enriquecidos con medio mineral determinando el biogás por desplazamiento en botellas Mariotte.

II. METODOLOGÍA

A. Sustrato

Los sustratos evaluados fueron frutas, verduras y poda, recolectados en la plaza de mercado de la ciudad de Palmira, Valle del Cauca, la poda colecto en muestreos aleatorios del Lote del Sena (CBI, Palmira, Valle del Cauca). Las muestras en su totalidad se dejaron secar por 12 horas a temperatura de 37°C, posteriormente se disminuyeron de tamaño utilizando un molino casero para ser conservadas a 20°C antes de realizar la caracterización como se indica en la tabla 1.

Tabla 1.

Caracterización del sustrato evaluado

Técnica realizada	Residuos de FVP
Sólidos totales (%)	43,585
Sólidos volátiles (%)	40,615
Nitrógeno (%)	23,84
Ceniza (%)	7,725
Humedad (%)	90,71
DQO (mgO ₂ /L)	0,021

Fuente: Elaboración propia.

B. Inóculo

El inóculo empleado proviene de dos fuentes: Un lodo de porcino que se obtuvo de un biodigestor anaerobio ubicado en la Universidad Nacional, sede Palmira-valle del cauca. El otro lodo de bovinos fue colectado de un frigorífico situado en la ciudad de Tuluá, Valle del Cauca.

Para realizar los montajes se evaluó el Lodo 2 que corresponde al lodo bovino, y el Lodo1

correspondiente a la mezcla de lodos porcinos y bovinos en una concentración 1:1. Los lodos se caracterizaron por análisis fisicoquímicos (Tabla 2) y se adaptaron al sustrato adicionando 1gramo/Litro durante 30 días, posteriormente se desgasificó por cinco días.

Tabla 2.

Caracterización de lodos

Técnica realizada	Lodo Porcino	Lodo Bovino
Sólidos totales (%)	9,92	6,94
Sólidos volátiles (%)	6,42	6,11
Alcalinidad (mg/L)	11	34,5
Nitrógeno (%)	4,64	4,46
Ceniza (%)	45,20	1,395
Humedad (%)	4,52	1,59
DQO (mgO ₂ /L)	0.5	0,75

Fuente: Elaboración propia

C. Métodos analíticos

Los métodos realizados fueron AGV por titulación, Alcalinidad por titulación, DQO por titulación, pH por método potenciómetro, Sólidos volátiles método gravimétrico, Sólidos Totales método gravimétrico.

D. Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental con reactores anaerobios en botellas de vidrio de 500 ml de capacidad, selladas con un tapón hermético y válvulas de control para el paso del gas. El volumen efectivo fue de 430 ml y el volumen del espacio para la producción del gas fue de 70 ml. Los reactores se incubaron a 37°C y fueron agitados tres veces al día (Figura 1).

Se utilizó la concentración de sólidos volátiles (SV) de 2 y 4 g SV/l, para un total de dos tratamientos, durante un periodo de 44 días, según literatura para el test de PBM (Angelidaki, 2009), lo cual permite evaluar la concentración del sustrato sobre el proceso de digestión.

datos registrados de sólidos totales fueron de 16, 8 mg/L cayendo a una concentración de 7,4 mg/L en el desarrollo del montaje experimental, a su vez los sólidos volátiles registran una disminución de concentración de 7,3 mg/L a 3mg/l. (Figura 2).



Figura 1. Reactores anaerobios a escala de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Cada concentración tuvo 3 réplicas y un control al cual no se adicionó sustrato. La variable de respuesta fue la producción de biogás, la cual se determinó 2 veces por semana mediante la técnica de desplazamiento de líquido y la toma de muestra se realizó una vez por semana siendo recurrente el mismo día.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis de sólidos totales en el tiempo de los sustratos codigeridos entre Frutas, Verduras y Poda con el Lodo 1 analizado, mostro una considerable disminución de concentración marcando la fase hidrolítica donde los compuestos carbonatados son reducidos a moléculas más simples y de esa manera iniciar la siguiente etapa de la digestión anaerobia. Los

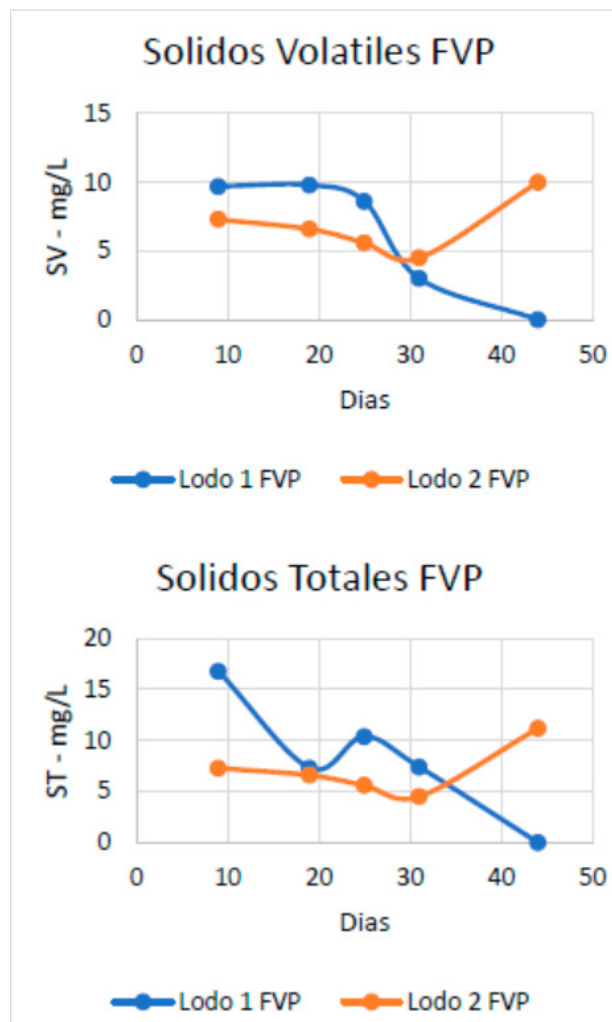


Figura 2. sólidos totales y volátiles

Fuente: Elaboración propia

Los análisis de los resultados para las técnicas de AGV ácidos grasos volátiles, comportamiento del pH en el tiempo y la alcalinidad, permiten determinar que la digestión anaerobia se desarrolló de una manera óptima en relación al comportamiento de los consorcios microbianos.

En la fase de hidrólisis el pH se mantuvo neutro los 10 primeros días facilitando el catabolismo de moléculas carbonatadas grandes dando inicio a las demás etapas de la digestión anaerobia con la disminución del pH, este resultado se compara con la disminución de la alcalinidad durante el mismo periodo; los AGV, mostraron una tendencia a aumentar en el la fase de acidogénesis la cual es importante, sin embargo no disminuyeron en las dos semanas finales como se esperaba para que la presencia de acetogénicas y metanogénicas terminaran con el ciclo de digestión, es posible que el tiempo no fue el correspondiente y se debe evaluar con más ensayos.

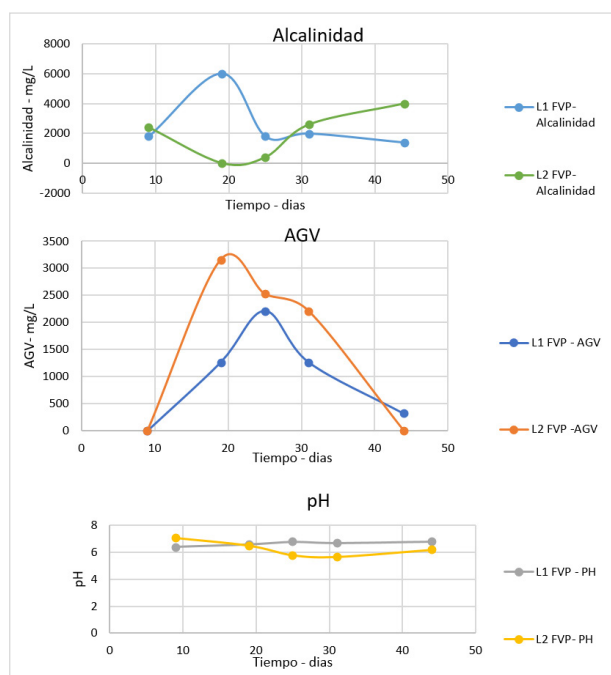


Figura 3. pH, AGV y Alcalinidad

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, de lo anterior se deduce que la relación de AGV, Alcalinidad, y pH entre los días 18-20 presenta un desplazamiento alto en cuanto a producción de biogás generado, esto se debe a que la proporción de ácidos presentes

neutraliza la alcalinidad, favoreciendo el comportamiento del consorcio microbiano para la generación de biogás.

Los datos arrojados con la producción de Biogás generada a partir de residuos de frutas, verduras y poda se encuentran dentro de los reportes registrados en literatura (Owen 1979; Cadavid y Bolaños, 2015), (Figura 4). Según los datos de la gráfica se evidencia la producción de biogás a partir del día 1 en adelante a aumentando hasta el día 44 (Figura 4), perteneciente al Lodo 1 (porcino) con un máximo registrado de 0,4 m³/kg SV adicionado. El Lodo 2 evidencio un rendimiento más bajo registrando un total de 0,05 m³/kg SV. Estos resultados pueden deberse a la procedencia de los lodos, el Lodo 2 contenido ruminal de Bovinos no presento una biodegradación acelerada con el sustrato a diferencia del Lodo 1. Proveniente de contenido ruminal de bovinos y estiércol de cerdos cuyo comportamiento se registró en los desplazamientos de biogás, probablemente su procedencia ruminal de bovinos y cerdos se acopla más al tipo de sustrato evaluado.

La producción de biometano se determinó teóricamente según protocolo de Angelidaki (1989), partiendo de una conversión del 80%, los resultados del potencial de biometano en el ensayo con Lodo 1 genero un valor máximo de 0,35 m³/kg SV adicionado, que comparado con ensayos reportados para este mismo análisis de biogás se encuentra dentro de los sustratos importantes para la producción de Biogás. Sin embargo, los resultados para el Lodo 2 no indican un buen comportamiento con el sustrato utilizado generando un valor de 0,044 m³/kg SV adicionado. (Figura 5).

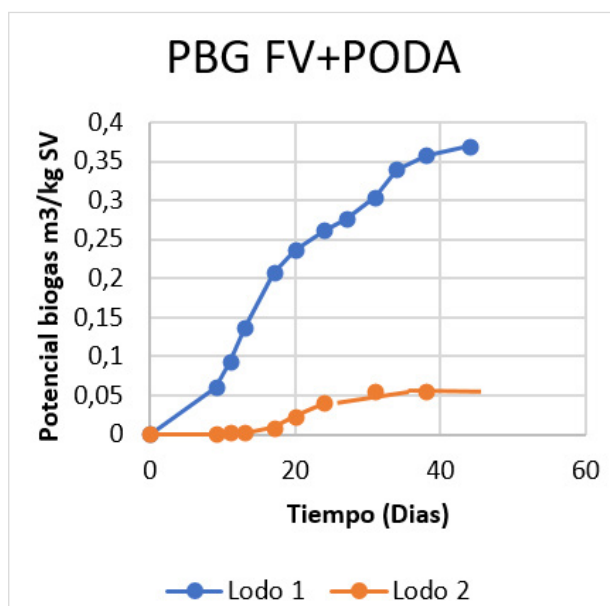


Figura 4. Potencial biogás frutas, verduras y poda

Fuente: Elaboración propia

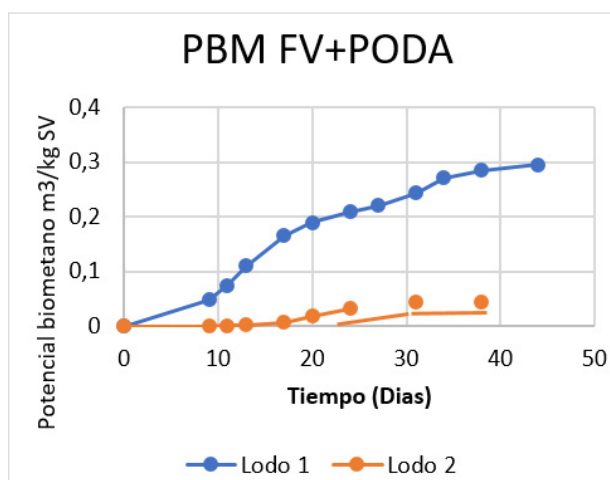


Figura 5 Potencial biometano frutas, verduras y poda

Fuente: Elaboración propia

IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la evaluación a escala de laboratorio de reactor en Bach para determinar el potencial de biometano de sustratos como residuos de Frutas, Verduras y Poda fue eficiente con relación al Lodo conformado por la mezcla de porcinos y bovinos, a diferencia

del lodo de Bovinos cuyo resultado obtenido no fue eficiente en la producción de biogás, sin embargo se deben hacer más replicas con concentraciones distintas de sólidos para ampliar el rango de producción de biogás y el comportamiento de los consorcios bacterianos que participan en la digestión.

El método utilizado para determinar la producción de biogás fue el desplazamiento por volúmenes utilizando la botella Mariotte, este método es confiable si se garantiza condiciones de presión adecuadas para evitar fugas del gas generado o la participación de oxígeno del ambiente.

Este estudio proyectado a gran escala podría beneficiar la producción de energías renovables amigables con el medio ambiente a poblaciones apartadas y que poseen poco o difícil acceso a energías convencionales.

V. REFERENCIAS

- Angelidaki, I., Alves, M., Bolzonella, D., Borzacconi, L., Campos, J. L., Guwy, a. J., Van Lier, J. B. (2009). Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: A proposed protocol for batch assays. *Water Science and Technology*, 59(5), 927–934. <http://doi.org/10.2166/wst.2009.040>.
- APHA, AWWA and WEF. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19 th edition. American public Health Association. Washington, D.C. USA.
- Asociación alemana de biogas. Tomado de: <http://www.aebig.org/aebig/plantas-bio-gas-alemania/>. 2015

- Cadavid, L, Bolaños, V. (2015). Digestión anaerobia como alternativa de manejo aprovechamiento sostenible de los residuos de poda de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Pregrado Thesis, Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira.
- Jünemann, S, Kleinbölting, N, Jaenicke, S, Henke, A, Schlüte, A, Goesmann, A, Sczyrba, A, Stoye, J. Bioinformatics for NGS-based metagenomics and the application to biogás Research. 2017 Elsevier doi.org/10.1016/j.jbiotec.2017.08.012.
- Ministerio Federal de Asuntos Económicos y Energía Alemania. Tomado de <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/monitoring-report-2016-summary.html>. 2016
- Owen, W. F., Stuckey, D. C., Healy, J. B., Young, L. Y., & McCarty, P. L. (1979). Bioassay for monitoring biochemical methane potential and anaerobic toxicity. *Water Research*, 13(6), 485–492. [http://doi.org/10.1016/0043-1354\(79\)90043-5](http://doi.org/10.1016/0043-1354(79)90043-5).
- REN21 Renewables Global Status Report (2014). [2] Unidad de Planeación Minero Energético. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. 145 p.
- Saidur, R., Abdelaziz, E.A., Dermibas, A., Hossain, M.S., Mekhilef, S (2011). A review on biomass as a fuel for boilers. Elsevier. doi:10.1016/j.rser.2011.02.015
- UPME, IDEAM, Colciencias, & Santander, U. I. de. (2010). Atlas del Potencial Energetico de la Biomasa Residual en Colombia. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>.



Características poscosecha de la auyama (cucurbita máxima) y desarrollo de snacks

Carlos Julio Márquez Cardozo¹

Birina Luz Caballero Gutierrez²

Daniela Molina Hernandez³

RESUMEN

La auyama (Cucurbita máxima) es uno de los vegetales más producidos y consumidos en el mundo, por lo tanto, es de gran interés conocer sus características físico – químicas en poscosecha al igual que estudiar sus potencialidades para el desarrollo de procesos agroindustriales. La deshidratación osmótica es una de las formas más utilizadas para la conservación de frutas y hortalizas en poscosecha, basada en el principio osmótico como tratamiento previo al secado por convección forzada. La presente investigación se realizó con el fin de evaluar las principales características en poscosecha de la auyama y además estudiar la capacidad osmótica de cuatro agentes edulcorantes; miel de abejas, jarabe de sacarosa, miel de café y miel de caña, utilizando como matriz alimenticia trozos de auyama. Se desarrolló la osmodeshidratación y secado por convección forzada de la auyama para darle mayor estabilidad al producto final, se pudo concluir que los jarabes con mejor resultado para la deshidratación osmótica fueron la miel de café y la miel de abejas; Sin embargo, el producto de mejor evaluación sensorial fue el osmodeshidratado en miel de abejas.

Palabras clave: Postcosecha, agroindustria, propiedades fisicoquímicas, deshidratación.

ABSTRACT

The pumpkin (Cucurbita maxima) is one of the most produced and consumed vegetables in the world, therefore it is of great interest to know its physical - chemical characteristics in postharvest to study its potentialities for the development of agroindustrial processes. Osmotic dehydration is one of the most used forms for the conservation of fruit and vegetables in postharvest, based on the osmotic principle as a pre-treatment to drying by forced convection. The present investigation was carried with the purpose of evaluating the main postharvest characteristics of the pumpkin and also to study the osmotic capacity of four sweetening agents; bee honey, sucrose syrup, coffee honey and cane honey, using as a dietary matrix pieces of pumpkin. The osmotic dehydration was developed and dried by forced convection of the pumpkin to give greater stability to the final product, it was possible conclude that the syrups with the best result for the osmotic dehydration were the coffee honey and the honey of bees; However, the product of better sensory evaluation was the osmodehydrate in honey.

Key words: Post-harvest, agroindustry, physical-chemical properties, dehydration.

¹ Profesor Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Grupo de Investigación en Ciencias y Tecnología de alimentos GICTA- Grupo de Investigación Ingeniería Agrícola, cjmarque@unal.edu.co

² Candidata a Doctora en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Grupo de Investigación en Ciencias y Tecnología de alimentos GICTA- Grupo de Investigación Ingeniería Agrícola, blcaballero@unal.edu.co

³ Candidata a Ingeniera Agrícola, Grupo de Investigación en Ciencias y Tecnología de alimentos GICTA- Grupo de Investigación Ingeniería Agrícola, dmolinah@unal.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

La auyama (*Cucurbita* sp.), pertenece a la familia de las cucurbitáceas, también conocida como uyama, calabaza, sambo, zapallo o calabacera; se clasifican en las especie *Cucurbita pepo*, *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* y *Cucurbita mixta*, son originaria de Sudamérica, aunque se encuentra dispersa en varios continentes (Pineda, 2012), reportando a nivel mundial una producción de 26.486.615 toneladas y un área sembrada de 1.992.003 hectáreas, para un rendimiento promedio de 13,3 ton/ha, siendo Asia con 1.247.825 hectáreas el principal continente productor, seguido de África con 329.777 hectáreas el segundo continente productor y en tercer lugar se encuentra América con 211.564 hectárea; la India ha sido el país con mayor superficie cultivada a nivel mundial (29,9%) en el año 2105, seguido de China (18%), Ucrania (4,3%), Egipto (2,9%), México (2,7%), Argentina (1,9%), Turquía (1,7%) e Italia (1,2%) (Fao, 2016).

En Colombia la auyama es una hortaliza cuya área sembrada es de 8.488 hectáreas, con una producción para el 2015 fue de 124.516 toneladas y un rendimiento promedio de 13 toneladas por hectárea (Agronet, 2104), aunque se siembre en todo el país, los departamentos de mayor producción y área cultivada, son Cesar y Magdalena los cuales cuentan con 1.634 y 1.048 hectáreas cultivadas respectivamente, con una producción calculada en 29.584 toneladas para Cesar y 13.001 toneladas para Magdalena (DANE, 2015). Para el año 2014 en el departamento de Antioquia el área cosechada fue de 191 hectáreas, con una producción de 1.709 ton y un rendimiento de

12,08 ton/ha, siendo el principal productor el municipio de Dabeiba con 120 hectáreas cultivadas (Agronet, 2014).

La auyama es una hortaliza con forma de baya grande, que presentan diversas características respecto a su forma, tamaño y color, su cáscara es dura y en algunas variedades, como *C. moschata*, *C. máxima* y *C. pepo*, la pulpa tiene colores que van del amarillo intenso a naranja, revelado altos niveles de carotenoides, principalmente y caroteno, criptoxantina, luteína y zeaxantina (Rodríguez et al. 2008), además de tener una textura firme, suave, carnosa y de sabor dulce, su aroma es característico, particularmente llamativo por lo cual se lo utiliza culinariamente en gran medida en sus distintas preparaciones (Pineda, 2012). En Colombia las especies de auyama *Cucurbita moschata* y *Cucurbita maxima* (Japon, 2006), representan desde hace años una fuente de alimentación importante para un 4% de la población colombiana, presentado una media de 46,3 gramos/día en la cantidad ingerida por persona (Fao y Minsalud, 2013).

Desde el punto de vista nutricional la pulpa de la auyama presenta un alto contenido de agua (90%) y bajas concentraciones de carbohidratos, proteína (1,30 g/100 g), grasa (0,20 g/100 g) y fibra (1,50 g/100 g) (Praderes et al. 2010; (Ramírez Ruiz y Villa Quisbert, 2015), con respecto a la semillas se reporta un alto valor nutricional proteína (30 g/ 100 g), aceite (50 g/100 g) la mayor parte son componentes grasos insaturados (78%) como linoleico y oleico (Hernández et al., 2014), así como un elevado nivel de minerales (calcio, hierro, fósforo), aminoácido (tiamina y niacina), se reporta compuesto fenólicos en la pulpa de auyama deshidratada de (72.9

± 2.2 mg /100 g) y provitamina A en forma de carotenoides totales (141.5 ± 1.32 mg/100) (Potosí et al. 2017) y en fresco de compuesto fenólicos ($236 \pm 1.8 - 1113 \pm 4$ mg GAE/100g base seca) y de provitamina A ($490.1 - 1.365,8$ μ g/g) respectivamente, que en su conjunto contribuyen a incrementar el funcionamiento del sistema inmunológico del consumidor (Kurz et al. 2008; Praderes et al. 2010).

La auyama como producto hortofrutícola presenta inconvenientes en cuanto a procesos de manejo poscosecha, agroindustrialización y diversificación de la producción, uno de los fenómenos que más afecta su cadena son las cuantiosas pérdidas después de la recolección generados principalmente por la como falta de cadena de frío, centros de acopio, empaques inapropiados y mal almacenamiento (Asohofrucol, 2010), el objetivo de la presente investigación, es generar valor agregado a la auyama cultivada en el municipio de Dabeiba en el desarrollo de alternativas agroindustriales a partir de la auyama.

Como muchas frutas y hortalizas, la auyama (*Cucurbita moschata*) es muy sensible al deterioro microbiano, inclusive en condiciones de refrigeración, por lo que la deshidratación osmótica (DO) surge como una alternativa tecnológica para su conservación. La auyama (*Cucurbita moschata*) osmodeshidratada podría ser utilizada en snacks, ensaladas, sopas, jugos, alimentos azucarados o incorporada a productos lácteos como leches saborizadas, yogures, entre otros (Bambicha et al. 2012).

La deshidratación osmótica (DO) también conocida como osmodeshidratación, es una técnica que consiste en la inmersión del alimento sólido en una solución hipertónica

(Borin et al. 2008), lo que ocasiona la remoción del contenido de agua, con un aumento simultáneo de sólidos por efecto de la presión osmótica, de modo que permite la obtención de productos con un contenido de humedad intermedia, con contenidos entre 20% y 50% de humedad, dándole mayor estabilidad al alimento (Bambicha et al. 2012).

La tasa de remoción de agua durante la (DO) depende de distintos factores, tales como: la concentración y temperatura de la solución, el tiempo de contacto entre el alimento sólido y la solución osmodeshidratante, el agente osmótico utilizado, el grado de agitación, la forma y tamaño del alimento sólido, la relación de razón solución osmótica con respecto a la cantidad de alimento sólido y el nivel de vacío aplicado. La elección del soluto es un factor determinante puesto que puede alterar las propiedades organolépticas y nutricionales en el producto final además influye en el costo del procedimiento de osmodeshidratación, dentro de los agentes osmóticos utilizados se destacan la sacarosa, la miel de abejas, la miel de caña y la miel de café (Borin et al. 2008).

El objetivo de esta investigación fue evaluar las características en poscosecha de la auyama y la aplicación de cuatro agentes edulcorantes como osmodeshidratantes; jarabe de sacarosa, jarabe de café, jarabe de caña y miel de abejas, sobre los trozos de auyama (*Cucurbita maxima*) para desarrollar un snack.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Material vegetal

Se estudiaron frutos de auyama provenientes de huertos ubicados en zona rural del Municipio

de Dabeiba, Departamento de Antioquia (Colombia), con Coordenadas geográficas de 7°00'05"N y 76°15'40"O, los cuales una vez cosechados en grado de madurez fisiológica fueron transportados a granel vía terrestre a los laboratorios de la Universidad Nacional de Colombia, para su posterior análisis y procesamiento.

B. Caracterización físico - química de los frutos de auyama

1. *Medida del color de la epidermis o piel y de la pulpa.* Para la medida del color se utilizó un espectrofotómetro de esfera X-Rite, modelo SP-60, con una abertura de 4 mm, iluminante D-65 y observador de 10° como referencia, a partir de los espectros de reflexión se obtuvieron las coordenadas de color del CIE-L*a*b*, donde L* es un indicador de la luminosidad, a* representa la cromaticidad verde (-) a rojo (+) y b* representa la cromaticidad azul (-) a amarillo (+). A cada U.E. se le realizaron tres medidas ecuatoriales en la epidermis o piel y se expresaron como promedio aritmético, igualmente para el endocarpio o pulpa una vez fue procesada la fruta (Almela et al. 2000).
2. *Determinación de la firmeza:* Para la medida de la firmeza, se utilizaron 6 U.E. Y se aplicaron pruebas de compresión unidireccional en la zona ecuatorial de los frutos, usando una sonda cilíndrica de acero inoxidable de 2 mm de diámetro, a una velocidad de penetración de 2 mm•s⁻¹ y profundidad de deformación de 20 mm. Los experimentos se realizaron en condiciones ambientales de laboratorio de 23°C y 65 % de HR promedio, el equipo usado fue

un analizador de textura TA-XT2i® y el programa de cómputo Texture Expert Exceed, Versión 2,64 Stable Micro Systems, London, U.K. 2002®, el Anexo A presenta el tutorial elaborado para la determinación de la firmeza experimentalmente. La Figura 4.7 muestra el procedimiento utilizado para la evaluación de la firmeza de las muestras (Ciro et al. 2005).

3. *Determinación del rendimiento de las fracciones de la auyama.* Se aplicó el método gravimétrico, para determinar la cantidad de pulpa, cáscara, y semillas, los resultados se expresaron en (%), el número de semillas también fue evaluado. Se utilizó una balanza analítica digital marca Ohaus modelo AV-3102 (Camacho y Romero, 1996).
4. *Sólidos solubles totales, acidez total, pH y aw.* La valoración de los sólidos solubles totales se realizó por el método refractométrico, utilizando un equipo Leica auto ABBE con escala de 0-32 % a 23°C y se expresaron los resultados como (°Brix). La acidez se obtuvo por titulación potenciométrica, con reacción ácido base y se expresaron los resultados en (% de ácido cítrico), utilizando un potenciómetro Schott modelo CG-840B. El pH se determinó con un potenciómetro Schott modelo CG-840B (Bernal de Ramírez, 1993).
5. *Determinación de los fenoles totales.* Se cuantificaron de acuerdo a la reacción que presentan los compuestos fenólicos con el reactivo Folin-Ciocalteu, el cual se reduce en solución alcalina de carbonato de sodio saturada (Na₂CO₃), formando un color azul

que se lee a 760 nm. Se tomaron 50 μL de muestra, se adicionaron 50 μL de Na_2CO_3 de concentración del 20 % (p/v) (Merck), 800 μL de agua destilada y 100 μL del reactivo Folin-Ciocalteu (Merck), se dejó una hora en reposo a condiciones de laboratorio (23°C y 65 % HR), se leyó absorbancia a 760 nm en un espectrofotómetro JENWAY modelo 6405 UV-Vis®. Para la curva de referencia se utilizó ácido gálico ($\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3\text{COOH}$), en concentración de 5 a 100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, el contenido de fenoles totales fue expresado como mg de ácido gálico $\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3(\text{COOH})$ por 100 g de fruta fresca.

6. *Osmodeshidratación de la auyama.* La fruta fue acondicionada; seleccionada por sanidad, lavada y desinfectada con hipoclorito de sodio 100 ppm por inmersión durante 5 minutos, luego fue cortada en forma cilíndrica con diámetro de $16\text{ mm}\pm 2$ y altura de $40\text{ mm}\pm 2$.

Se prepararon las soluciones osmodeshidratantes todas con una concentración inicial de 65°Brix . A partir de jarabe de sacarosa, miel de abejas, miel de caña y miel de café, cada uno de los tratamientos se realizó con seis repeticiones, la relación fruta: jarabe fue (1:2) para todos los tratamientos. Teniendo los jarabes preparados se adicionó la fruta y se dejó inmersa en él durante 16 horas, teniendo una relación de 500 g de fruta por 1000 g de solución osmodeshidratante, la concentración de los $^\circ\text{Brix}$ de la solución osmodeshidratante se evaluó cada hora, durante 16 horas de experimentación. Luego de las 16 horas, se extrajo la fruta, se hizo un enjuague durante 5 segundos con agua y se llevó al deshidratador MEMERT por convección forzada

a 65°C por 48 horas para su acondicionamiento. Finalmente se realizó el análisis sensorial con un panel de 15 jueces semi-entrenados, conocedores de las características sensoriales de la auyama (Cucurbita maxima) osmodeshidratada y se empacó en bolsas de polietileno de baja densidad a temperatura ambiente y se almacenó en condiciones de laboratorio de $23^\circ\text{C} \pm 3$ y 65% de HR ± 5 durante 30 días, periodo en el cual se volvió a evaluar sensorialmente y no se encontró diferencia significativa con los productos recientemente desarrollados.

7. *Análisis estadístico.* Se aplicó la prueba de análisis de varianza para establecer las diferencias significativas entre el potencial osmodeshidratante de los cuatro agentes aplicados, para un nivel de confianza del 95%, se calcularon las medias y las desviaciones estándar para cada tratamiento, y se representaron gráficamente para el tiempo de evaluación. El programa estadístico utilizado fue el Statgraphics Centurion 17.1.02.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Caracterización físico - química frutos de auyama.

La Tabla 1 presenta los resultados de las principales características de la auyama.

Tabla 1.

Principales características físico- químicas de la auyama (Cucurbita maxima).

Propiedades físico-químicas	Promedio $\pm$ DS
% Humedad	92,3 $\pm$ 2,27
aw	0,96 $\pm$ 0,003
pH	5,93 $\pm$ 0,29
% Acidez (hbb)	0,04 $\pm$ 0,003
SST (°Brix)	3,93 $\pm$ 0,98
Índice de madurez (IM)	98,25 $\pm$ 7,70
Firmeza (N) Cáscara	87,70 $\pm$ 7,92
Firmeza (N) Pulpa	62,29 $\pm$ 4,68

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 2 se puede apreciar que se ajusta a los valores establecidos por el ICBF, (2015) en la tabla de composición de alimentos. La Tabla 2 presenta los resultados porcentuales de la participación de las diferentes fracciones de la auyama.

Tabla 2.

Porcentaje de participación de las diferentes fracciones de la auyama (Cucurbita maxima).

Rendimiento	Promedio $\pm$ DS	Porcentaje de participación
Pulpa	1720,3 $\pm$ 306,31	90,48%
Cáscara	127,96 $\pm$ 20,77	6,68%
Semilla	54,8 $\pm$ 7,27	2,84%
Número de semillas	360,8 $\pm$ 115,50	

Fuente: Elaboración propia.

Puede notarse según la Tabla 2 como la participación mayoritaria es la pulpa, mientras que para las semillas se encuentra la menor

fracción, pese al gran número de las mismas, lo anterior está de acuerdo con lo reportado por Santos et al. (2011).

La Tabla 3 presenta las características de color tanto de la cáscara como de la pulpa.

Tabla 3.

*Coordenadas de color Cie L*a*b* para la cáscara y la auyama (Cucurbita máxima).*

Color	Promedio $\pm$ DS
Cáscara	L* 31,50 $\pm$ 3,28
	a* 2,49 $\pm$ 1,76
	b* -2,82 $\pm$ 3,88
Pulpa	L* 62,65 $\pm$ 4,07
	a* 18,46 $\pm$ 5,98
	b* 51,46 $\pm$ 7,95

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 puede apreciarse como es mucho mayor la coordenada L* correspondiente a la luminosidad en la pulpa respecto a la cáscara, al igual que la coordenada a* y b*, lo anterior estaría relacionado muy probablemente a la alta tasa de concentración de pigmentos del tipo beta carotenos lo cual hace que especialmente las coordenadas a* y b*, sean más positivas respecto a las coordenadas de la piel o cáscara, donde se encuentra una mayor concentración de pigmentos tipo clorofila, situación similar se encontró en otras investigaciones (Márquez, 2009).

En cuanto a los fenoles totales se asocian con algunos compuestos de carácter antioxidante, especialmente flavonoides y algunos otros

metabolitos, se pudo encontrar que la concentración de estos expresados como (mg de ácido gálico /100 g muestra seca) fue de $132,47 \pm 4,02$, concentraciones similares han sido reportadas por otros investigadores (Potosí et al., 2017).

De acuerdo con los resultados de las Tablas 1, 2 y 3 las características de la auyama fresca se encuentran dentro de las normales para este vegetal y están acordes con los datos reportados por otros investigadores (Santos et al. 2011).

La Figura 1 muestra el comportamiento de los grados Brix ($^{\circ}\text{Bx}$) de los cuatro agentes osmodeshidratantes utilizados, durante las 16 horas de experimentación, los símbolos representan la media y las barras verticales $\pm$ el error para $n=6$.

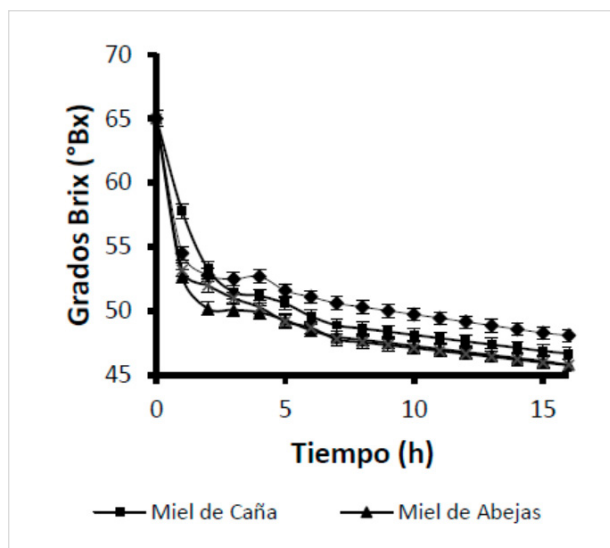


Figura 1. Grados Brix ($^{\circ}\text{Bx}$) de los agentes osmodeshidratantes

Al comparar los $^{\circ}\text{Bx}$ presentados en la Figura 1 de los agentes durante el proceso de osmodeshidratación, se pudo establecer que los jarabes con mayor capacidad osmótica fueron

la miel de café y la miel de abejas, los cuales disminuyeron los $^{\circ}\text{Bx}$ de 65 a 46, no se encontró diferencia significativa en el poder osmótico de estos dos agentes. Se pudo establecer que el jarabe de café modificó las propiedades sensoriales de la auyama, cambiando notoriamente su sabor y color.

Debido posiblemente a que los agentes edulcorantes de café y abejas tienen una composición química que aporta mayor poder osmótico, esencialmente por sus contenidos en sales, ácidos orgánicos de cadena corta, azúcares reductores del tipo monosacáridos y otros componentes orgánicos, como fenoles y polifenoles, los cuales son grandes atrapadores de agua y contribuyen a la deshidratación de la fruta (Rios et al. 2005).

La Figura 2 presenta la variación del porcentaje de humedad de la auyama, durante las 16 horas del proceso de osmodeshidratación, los símbolos representan la media y las barras verticales $\pm$ el error para $n=6$.

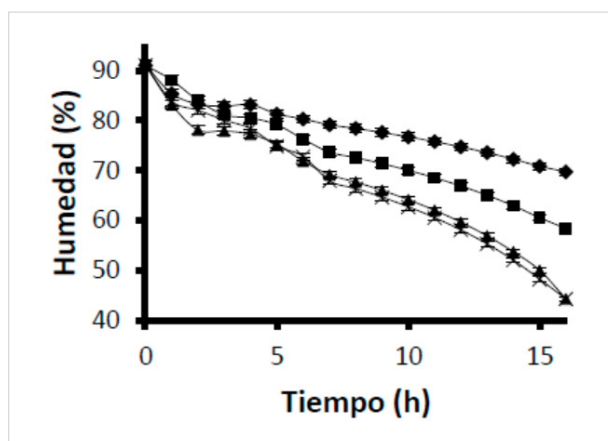


Figura 2. Porcentaje de humedad de la auyama (Cucurbita maxima).

Puede apreciarse en la Figura 2 como para todos los tratamientos el porcentaje de

humedad es decreciente durante el proceso de osmodeshidratación, siendo las soluciones de mayor poder osmótico la miel de café y la miel de abejas, las cuales disminuyeron en mayor proporción la humedad en el vegetal, lo anterior debido a que son las soluciones que por sus micronutrientes y minerales, tienen la capacidad de atrapar más agua con la consecuente reducción de humedad en el vegetal, de igual manera se puede apreciar como el jarabe de sacarosa fue el de menor poder osmótico sobre la auyama, no obstante todos los productos obtenidos luego del proceso osmótico, pueden ser considerados como de humedad intermedia. Los resultados obtenidos están acordes con los reportados por otros investigadores (Gonçalves et al. 2008).

La Figura 3 muestra el comportamiento de la pérdida de peso de la auyama, durante la deshidratación osmótica con los cuatro agentes edulcorantes, los símbolos representan la media y las barras verticales $\pm$ el error para $n=6$.

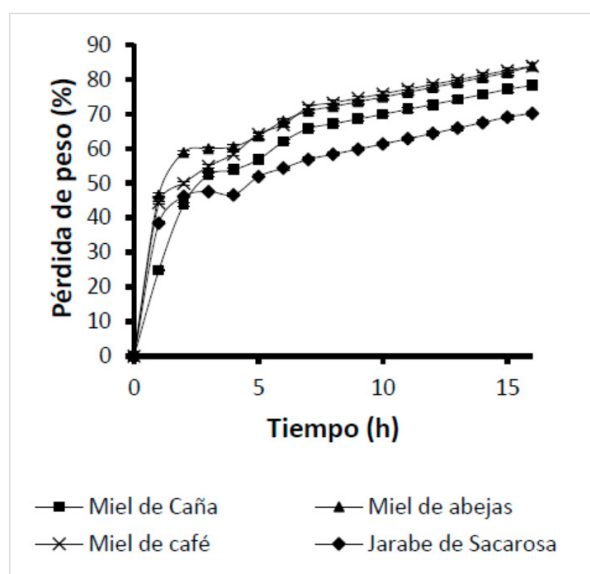


Figura 3. Porcentaje de pérdida de peso en la auyama (*Cucurbita maxima*)

En la Figura 3 se puede apreciar como la mayor velocidad en la pérdida de peso se presentó durante las dos primeras horas de experimentación, y a partir de ahí el comportamiento fue continuo y creciente, siendo mayor la pérdida del vegetal inmerso en las soluciones de miel de café de miel de abejas, aspecto que es consecuente con el poder osmótico de dichas soluciones y con la pérdida de humedad, sin embargo no se observa diferencia estadística significativa entre estos dos tratamientos, pero si entre ellos con respecto a la miel de caña y al jarabe de sacarosa, lo anterior debido a la composición química de las soluciones osmóticas de café y de miel de abejas, que contribuyen a aumentar su poder osmótico y por lo tanto aumentan la pérdida de agua de la auyama. Consistentemente el jarabe de sacarosa mostró un poder osmodeshidratante más bajo, esto se debe a la estructura química de la sacarosa, cuyo poder osmótico es menor con respecto a la fructosa y a la glucosa, lo cual se evidencia al comparar la pérdida de peso de la auyama sometida a osmodeshidratación en jarabe de sacarosa, otros investigadores reportan similares comportamientos (Giraldo et al. 2004).

Para estabilizar el producto se realizó un secado por convección forzada a 65°C durante 48 horas, obteniendo una humedad final de $35\% \pm 1$.

La Tabla 4 presenta los resultados de la evaluación sensorial para la calidad total del producto, contemplando la valoración de la apariencia, el aroma, el color y el sabor, por parte de los jueces.

Tabla 4.

Análisis sensorial de la auyama (Cucurbita maxima) al final del proceso, calificación promedio

Edulcorante	Calificación
Miel de Abejas	4,6 ± 0,2
Jarabe de Sacarosa	4,3 ± 0,1
Miel de café	4,0 ± 0,1
Miel de caña	3,7 ± 0,1

Fuente: Elaboración propia

La evaluación sensorial mostró que el producto osmodeshidratado de mayor aceptación fue el sometido a inmersión en miel de abejas, mientras que el de menor aceptación fue el producto inmerso en miel de caña, lo anterior debido probablemente a lo específico de su composición donde además de los carbohidratos están presentes otros nutrientes como; proteínas, aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos orgánicos de cadena corta que le brindan unas características sensoriales ideales a la miel de abejas como agente osmodeshidratante, por lo tanto estos resultados encontrados están acorde con lo manifestado por otros investigadores (Rios et al. 2005).

IV. CONCLUSIONES

Las características fisicoquímicas de la auyama se encuentran dentro de las normales para este vegetal y están acordes con los reportes que para este fruto reporta la normatividad colombiana.

El agente osmodeshidratante con mayor potencial sobre los trozos de auyama fue la miel de café seguido de la miel de abejas, por

lo tanto, el producto que perdió más peso y presentó menor humedad fue el inmerso en miel de café.

La auyama con mejores características sensoriales de acuerdo a la evaluación de los jueces fue la inmersa en solución osmótica de miel de abejas.

V. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a Colciencias por el apoyo de ésta investigación a través del proyecto aprobado en la convocatoria 776 de 2017 titulado “DESARROLLO DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES A PARTIR DE AUYAMA (Cucurbita maxima) EN MIRAS A FORTALECER LA COMPETITIVIDAD DE LA CADENA” con código 110177658023, y a la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, quien como entidad ejecutora nos ha brindado todo su apoyo para el desarrollo de la investigación.

VI. REFERENCIAS

- Asociación Hortícola y Frutícola de Colombia. Corporación Colombia Internacional (CCI). Plan Hortícola Nacional (PHN). 539 p. Bogotá, 2010.
- Bambicha, R.R, Agnelli, M.E and Mascheroni, R.H. Optimización del proceso de deshidratación osmótica de calabacita en soluciones ternarias. Avances em Ciencias e Ingeniería, 3(2), 2012, p.121-136.
- Bernal de Ramírez, I. Análisis de alimentos. Bogotá: Guadalupe, 1993. 313 p.
- Borin, I., Frascareli, E.C., Mauro, M.A. e Kimura, M. Efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a seca-

- gem convectiva de abóbora. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(1), 2008, p.39-50.
- Camacho, G. y Romero G. Obtención y conservación de pulpas: Mora, guanábana, lulo y mango. Bogotá: ICTA - Universidad Nacional de Colombia, 1996. 130 p.
- Ciro, J.; Vahos, D. y Márquez, C. Estudio experimental de la fuerza de fractura en frutos tropicales: El tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt). En: *Dyna*. Vol. 72, No. 146 (2005); p. 55-64
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Sistema de Estadísticas Agropecuarias (SEA). Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA). Bogotá, 2015.
- Giraldo, D.P., Arango, L.M. y Márquez C.J. Osmodeshidratación de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) con tres agentes edulcorantes. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 57(1), 2004.
- Gonçalves, A.A e Blume, A.R. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi. *Estudos tecnológicos*, 4(2), 2008, p. 124-134.
- Hernández, B., Martínez, C., Gordillo, A., Rosas, J., Gómez, C., Herman, E. y Rodríguez, J. (2014). Capítulo: Potencial nutricional de la semilla de calabaza (*Cucurbita pepo*). *Los Alimentos en México y su relación con la Salud*. pp. 191-209
- Japon, J. (2006). Cultivo De Calabaza. *Hojas Divulgadoras*, 11-12(81), 20.
- Kurz, C., Carle, R., Schieber, A. (2008). HPLC-DAD-MSn characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. *Food Chemistry*, 110, 522-530.
- Martínez, A. 2010. *Preelaboración y conservación de alimentos*. Madrid, España: Ediciones Akal. 67 p.
- Ministerio de Agricultura-Agronet. 2014. *Auyama - Evaluaciones agropecuarias municipales*. Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2016. *FAOSTAT- Base de datos de la FAO*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Ministerio de Salud. 2013. *Perfil nacional de consumo de frutas y verduras*. Colombia. 263 p.
- Praderes, G., A. García y E. Pacheco. 2010. Caracterización físico- química y funcional de la harina e auyama (*Cucurbita máxima* L.) obtenida por secado en doble tambor rotatorio. *Fac. Agron. (UCV)* 36, 53-57.
- Pineda, C. D. Usos alternativos gastronómicos del zapallo en la elaboración de sopas y cremas. Trabajo de grado (Tecnóloga en gastronomía). Ibarra-Ecuador, 2012, 61p. Universidad Técnica del Norte. Facultad Ciencias de la Salud.
- Potosí, D., Vanegas, P y Martínez, H. 2017. Secado convectivo de zapallo (*Cucurbita moschata*: Influencia de la temperatura y velocidad de aire sobre la difusividad efectiva de humedad, contenido de carotenoides y fenoles totales. *Revista DYNA*, 84(202), pp. 112-119.
- Ramírez, E., y Villa, A. 2015. Obtaining pumpkin flour by the drying process of food. *Ventana Científica*, 5(9), 1-17
- Rios, M.M., Márquez, C.J. y Ciro, H.J. Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya* L.) en cuatro agentes edulcorantes. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 58(2), 2005, p. 2989-3002.
- Rodríguez, D., Kimura, M., Godoy, H., Amaya, J. 2008. Updated Brazilian database on food carotenoids: factors affecting carotenoid

composition. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 445–463.

Santos, A., Ramos, S.R., De Gois, G.R., Cardoso, B.T., Ribeiro, I.B. e Campos, E. Avaliação preliminar para características químicas e nutricionais em frutos de variedade tradicionais de abóbora. Reunião de Biofortificação no Brasil, 2011.

Elaboración de un helado artesanal a base de yuca (Manihot Esculenta) y extracto de soya (Glycine Max) con bajo contenido calórico

Yair E. García Pacheco¹

Brayan Buitrago Peña²

Camila Salas Montero³

José Bustos Ruiz⁴

RESUMEN

El mercado de los helados artesanales tiene un gran auge en la actualidad y unido con la onda fitness generan una oportunidad de innovación, con la creación de productos usando materia prima no convencional que posee un gran valor biológico en cuanto a propiedades nutricionales. El objetivo de esta investigación fue elaborar un helado artesanal a base de yuca (Manihot esculenta) y extracto de soya (Glycine max) con bajo contenido calórico, a través de la formulación y elaboración de éste siguiendo un procedimiento ya establecido, se determinó y analizó la información nutricional del producto obtenido. Posterior a esto se evaluó la aceptabilidad del producto con un análisis sensorial por atributos y por último se realizó un análisis estadístico para determinar la influencia de un atributo sobre otro. Se obtuvo un helado con bajo contenido calórico, grasa y azúcares; los panelistas mostraron agrado por el sabor y la apariencia del producto, atributos que están estrechamente relacionados con el aroma y textura respectivamente. El producto presentó propiedades nutricionales importantes siendo muy beneficioso para todo público en general dicha formulación está sujeta a cambios para potenciar los atributos menor aceptación como el aroma, consistencia y textura; teniendo en cuenta las correlaciones estadísticas más importantes.

Palabras clave— aceptabilidad, análisis sensorial, helado artesanal, propiedades nutricionales, soya, yuca.

ABSTRACT

The handcrafted ice cream's market has a big boom at the present and joined with the fitness wave generate an innovation opportunity with the creation of products using not conventional raw materials that have a great value in terms of nutritional properties. The objective of this research was to elaborate a handcrafted ice cream based on cassava (Manihot esculenta) and soy extract (glycine max) with low caloric content, through the formulation and elaboration of this following a procedure already established, it was determined and analyzed the nutritional information of the product obtained. After this the acceptability of the product was assessed with a sensory analysis by attributes and finally a statistical analysis was performed to determine the influence of one attribute on another. It was obtained an ice cream with low caloric content, fat and sugars. The panelists were pleased by the taste and appearance of the product, attributes that are closely related to the aroma and texture respectively. The product presented important nutritional properties being very beneficial for all general public, this formulation is subject to changes to enhance the attributes less acceptance such as aroma, consistency and texture; taking into account the most important statistical correlations.

Keywords— Acceptability, cassava, handcrafted ice cream, nutritional properties, sensory analysis, soy.

¹ Ing. Agroindustrial. Msc. Seguridad Alimentaria y Nutricional. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), ygarciapacheco@mail.uniatlantico.edu.co

² Estudiante Ing. Agroindustrial. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), braiiian_raul@live.com

³ Estudiante Ing. Agroindustrial. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), camilandrea_sm@hotmail.com

⁴ Estudiante Ing. Agroindustrial. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), jose_aaa2@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta*) es un alimento vegetal caracterizado por ser una poderosa fuente de energía en el mundo, tanto para consumo humano como animal. (Aguilera, 2012). Entre sus propiedades existe un alto contenido en carbohidratos y fibra además cuenta con vitamina k junto con algunas del complejo B y ayuda a regular el colesterol y estabilizar la presión arterial. Gracias a su fisonomía la planta tiene distintos tipos de mecanismos de defensa, así sus cultivos pueden adaptarse a diferentes condiciones geográficas y distintos climas (soportando sequías) por lo que puede ser una importante alternativa cuando hay malas cosechas de otros productos alimenticios.

Para comienzos del milenio en algunos departamentos de Colombia (en especial la región costera) el cultivo de yuca fue de fundamental importancia para la economía del sector agrario del país junto con el plátano y la caña de azúcar, sin embargo, las siembras con sistemas tradicionales han provocado que este cultivo tenga un bajo rendimiento pues estas no utilizan tecnologías en la preparación y fertilización del suelo ni tampoco semillas de calidad. La importancia de mantener un buen ritmo en la cosecha de este tubérculo recae en que la utilización de la yuca y el almidón en la industria tienen un amplio campo que pasa muy por encima de su aprovechamiento en el sector alimenticio, gracias a sus propiedades se puede utilizar en distintas formas como harina en panadería, como estabilizante, en el revestimiento de pastillas, en la preparación de pegantes, en el engomado en telas de algodón y como biocombustible.

En esta investigación se decidió darle un uso no convencional a la yuca debido a lo mencionado anteriormente, como una manera de aprovechar esta materia prima elaborando un helado artesanal a base de ésta y un extracto vegetal.

Los helados artesanales han tenido desde 2012 una enorme expansión en el mercado colombiano gracias a turistas que vieron aquí una oportunidad de expandir sus tradiciones y hacer negocio con ello. (Lozano, 2016) Lo que hace especial a este tipo de helados es que tengan menos porcentaje de grasas, azúcar y aire. Todo gracias a los procesos artesanales utilizados, también garantiza que los ingredientes usados en dichos procesos sean naturales y rechaza el uso de químicos y preservativos durante su preparación.

Junto con el auge de los helados artesanales, el país también le ha abierto las puertas al consumo de extractos de origen vegetal, estas representan beneficios en la salud y son ideales para personas que presentan problemas con digestión lenta, colon irritable o que no toleren la lactosa. Por su parte la llegada de la onda fitness a nuestro país y las tendencias al equilibrio entre proteínas, carbohidratos y calorías han catapultado la incorporación de estos productos en la dieta de los colombianos. (Arce, 2017)

El extracto de origen vegetal escogida para la elaboración de este producto fue el extracto de soja (*Glycine max*) (alto contenido de proteínas) que en combinación con la yuca (alto contenido en carbohidratos) puede derivar en la obtención de un alimento balanceado con bajas cantidades de calorías.

El objetivo principal de esta investigación fue elaborar un helado artesanal a base de yuca y

extracto de soja con un bajo contenido calórico, a través de la cual se pretende contribuir a un mayor conocimiento de los aspectos técnicos en la elaboración de este producto, dar a conocer cuáles propiedades organolépticas pueden mejorarse a través de una prueba de aceptabilidad del producto alimenticio y la utilización de una escala hedónica; y medir el grado de aceptabilidad de este producto entre una pequeña muestra de la población de estudiantes de la Universidad del Atlántico.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Formulación

Para la formulación del helado artesanal a base de yuca y extracto de soja con bajo contenido calórico (HSY) y posterior elaboración, se utilizaron los siguientes ingredientes: azúcar, extracto de soja evaporada, crema de leche, yuca, yema de huevo y CMC (estabilizante). En la formulación nos basamos de una que ya estaba establecida en un libro para un helado de plátano pero utilizando como materia prima para el sabor, la yuca (Readers Digest Association, 1978). La formulación quedo establecida como se expresa en la tabla 1.

Tabla 1.

Formulación del (HSY). Fuente: Autores del proyecto.

Ingrediente	Cantidad usada (g)	Porcentaje (%)
Azúcar	120	10,5
CMC	0,5	0,04
Crema de Leche	240	21
Extracto de Soya	480	44
Yema de huevo	80	7
Yuca cocida	200	17

Fuente: Elaboración propia

B. Elaboración

Para la elaboración del helado artesanal a base de yuca y extracto de soja se siguió el procedimiento descrito por el diagrama que se encuentra en la Fig 1.

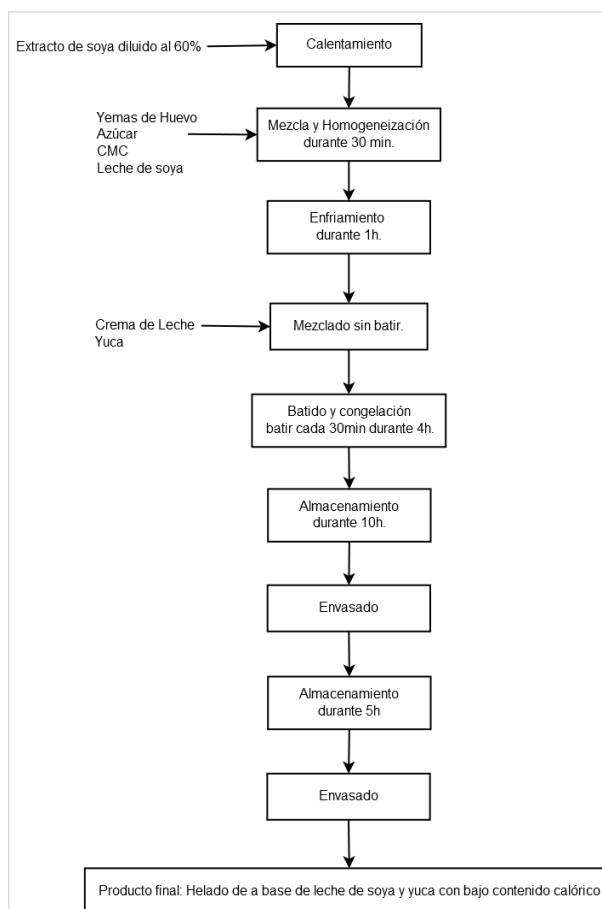


Fig. 1. Diagrama de flujo de la elaboración del helado. Fuente: Autores del proyecto

C. Información Nutricional

Para la información nutricional del producto final se partió de la composición nutricional de cada uno de los ingredientes utilizados y el porcentaje que éstos tuvieron en la formulación del helado artesanal a base de yuca y extracto de soja con bajo contenido calórico la tabla nutricional basándonos en los parámetros de la FDA (Food and Drug Administration), en la

medida de analizar las características de éste y considerando los diferentes tratamientos que se le aplicaron.

C. Análisis sensorial

Una vez obtenida la elaboración y posterior elaboración del helado artesanal a base de yuca y extracto de soya, se le realizó un análisis sensorial a través de una prueba afectiva por atributos (apariencia, aroma, consistencia, textura y sabor) utilizando una escala hedónica de 1 a 5 (Tabla 2); con el objetivo de analizar la aceptabilidad del producto en cada uno de los atributos evaluados (Hernández, 2005). Esta prueba fue aplicada a 20 panelistas semi-entrenados y los resultados fueron expresados en diagramas de caja y bigote, que fueron realizados en el software STATGRAPHICS Centurion XVI.I.

Tabla 2.

Escala hedónica. Autores: Hernández, 2005

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta, ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Fuente: Elaboración propia

E. Análisis estadístico

Se realizó un análisis multivariado con 5% de confiabilidad utilizando el software STATGRAPHICS Centurion XVI.I., con el fin de analizar las correlaciones que existen entre un atributo con respecto a los otros.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Información Nutricional

Para establecer el carácter y las propiedades nutricionales que aporta el producto se realizó una comparación con respecto a un helado comercial sabor a vainilla (PV), ya que este es muy consumido por toda la comunidad en general y ocupa un alto lugar en el mercado. Información nutricional de helado a base de yuca y extracto de soya (HSY) se presenta en la siguiente tabla (Fig. 2).

Información Nutricional	
Tamaño por porción	1/2 Taza (75g) / (2,68 oz)
Contiene	15 porciones
Cantidad por porción	
Calorías	150,62
Grasa total	7,87g
Grasa saturada	4,03g
Grasas Trans	0g
Colesterol	10,30mg
Sodio	96,61mg
Carbohidratos	15,53g
Azúcares	9,31g
Fibra dietaria	0,43g
Proteína	3,76g

Fig. 2. Información nutricional HYS. Fuente: Autores del proyecto

En cuanto a las propiedades nutricionales del producto se observa que a comparación con el helado comercial este presenta bajo contenido en calorías, esto se presenta por el contenido carbohidratos principalmente el uso de sacarosa ya que esta fue muy poca, característica principal de los helados artesanales, se obtuvo una disminución cerca del 26,2% con respecto al referente. Por otro lado se obtuvo un producto bajo grasas y colesterol,

cuya característica está dada principalmente por la implementación de la leche de soya ya que por ser de tipo vegetal presenta un contenido mucho menor de ácidos grasos a comparación con la leche de origen animal (García, 2017), pero en cuanto a ácidos grasos polinsaturados el extracto de soya tiene un mayor potencial, esta se destaca en un alto contenido de linoleico, un ácido esencial que no produce el cuerpo (Ridner, 2006), se observa una disminución del 30% en cuanto a grasa total y por ultimo un 50% menos en cuanto a colesterol, el poco de contenido de este se debe al uso de ingredientes tales como las yemas de huevo y la crema de leche, ya que el extracto de soya no es una fuente colesterol, por el contrario sus fitoesteroles ayudan a disminuir la carga de colesterol en el organismo (Gómez, 2008).

B. Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad del producto en cuanto al potencial de sus atributos se presentan en la tabla 3.

Tabla 3.

Resultado análisis sensorial.

	Apariencia	Aroma	Consistencia	Textura	Sabor
Puntaje	4	4	5	4	4
	3	4	3	2	4
	3	3	4	5	3
	4	3	3	3	4
	2	5	3	4	4
	5	4	3	2	4
	5	1	3	2	2
	5	4	3	3	4
	5	4	4	4	4
	4	4	4	5	5
	4	3	3	3	3
	4	4	5	4	5
	4	4	5	3	4
	4	4	4	2	4
	3	3	4	4	3
	3	3	2	2	3
	4	5	4	4	4
	4	3	3	2	2
	4	4	3	3	4
	3	3	4	4	5

Fuente: Autores del proyecto

Para la interpretación de las características mencionadas y su influencia en la aceptación del producto se realizó un gráfico de caja y bigotes en base a los resultados arrojados por el panel, resultando en términos generales un producto con mediana aceptabilidad como se logra ver en la Fig. 3.

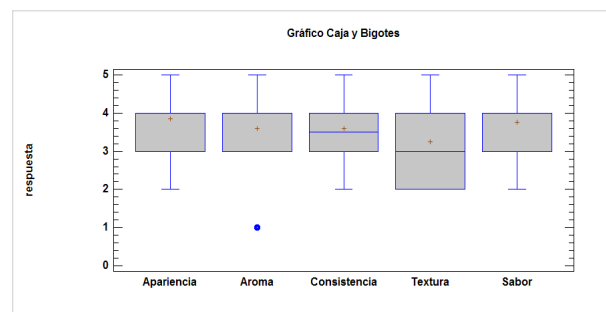


Fig 3. Diagrama de caja y bigote para evaluar aceptabilidad. Autores: STATGRAPHICS Centurion XVI.I.

Los diagramas van desde el primer cuartil hasta el valor máximo. En cuanto a los atributos apariencia, consistencia y sabor obtuvimos resultados muy similares donde los resultados van 2 a 5 y la mayoría de los datos se concentran entre 3: No me gusta, Ni me disgusta y 5: Me gusta; de los cuales tenemos comentarios haciendo referencia a la presencia de grumos y la falta de suavidad del helado, pero en cuanto a sabor es muy apetecible y agradable.

En cuanto a los resultados del atributo aroma se muestra que la mayor concentración de datos se encuentra entre 3 y 4 logrando observar una menor dispersión a comparación de los otros atributos, aunque se encontró con un dato muy disperso el cual se puede omitir ya que es un valor muy atípico al comportamiento de la gráfica, estos resultados se relacionaron con los comentarios de la encuesta para comprobar la veracidad de la puntuación y que no se presentasen contradicciones, muchos

panelistas opinaron que no presentaba un aroma característico, ni notorio; comprobando la concentración de datos.

Por último, el atributo que presento resultados un poco más desfavorables es la textura cuyos datos se concentran entre 2: Me disgusta y 4: Me gusta, logrado observar un alto rango de varianza comparación con los otros diagramas; con comentarios y recomendaciones acerca de la homogeneidad de la mezcla.

En el análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad del producto en cuanto a sus atributos se realizó un diagrama de barras que se puede apreciar en la Fig. 4.

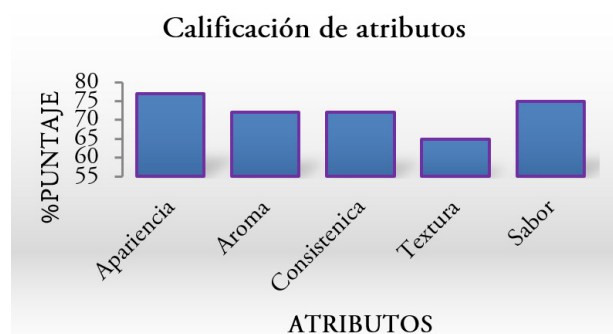


Fig. 4. Diagrama de barras de aceptabilidad por atributo. Fuente: Autores del proyecto.

Podemos hacer referencia a los resultados menos puntuados; consistencia y textura 72% y 65% respectivamente (Fig. 4). Ya que estos se vieron directamente afectados por la metodología de elaboración debido a que no se contaba con el equipo necesario para el proceso de congelación del helado mientras se estuviese batiendo, dicho proceso que se realiza por medio de una heladora lo que permitiría brindarle una mayor incorporación de aire lo cual haría del producto un helado más cremoso y con una agrupación

más homogénea, si presencia de grumos y sin presencia de estructuras cristalinas; también se pudo observar una consistencia muy débil que se derretía muy rápidamente y esto también presento un efecto en la prueba ya que no se le ofreció al panel el producto en condiciones adecuadas.

Según Cabrera (1998) el cuerpo de un helado concierne a su firmeza y resistencia. Su textura depende del tamaño, forma y distribución de los cristales de hiele. El cuerpo y la textura están asociadas y son muy importantes en la influencia de la aceptabilidad por parte del consumidor; la textura del helado debe ser suave, uniforme y presentar una reacción agradable cuando se consume. Y en un estudio donde se evaluó la sustitución parcial de leche en polvo por harina de soya en la elaboración de helados a porcentajes de 5,10 y 15% con un tratamiento testigo, se reportó que el tratamiento testigo y el de 5% con harina de soya fueron aceptables para los panelistas mientras a concentraciones de 10 y 15% de harina de soya presentaron una textura desagradable. (Quispe, 1976)

En cuanto a el aroma este no tuvo gran influencia en el producto ya que era poco perceptible esto se debe a la materia prima usada ya que el extracto de soya no presenta un aroma muy marcado; está más que todo se puede reconocer por su sabor y su color, y la yuca posee un olor muy tenue. Según Cabrera (1998) a medida que aumenta el volumen del helado este tiene una influencia en el aroma y en referencia a esto se debe incrementar la dosis de aroma.

Otro aspecto a calificar fue el sabor, aunque dicho atributo no obtuvo una puntuación muy baja, es necesario mencionarlo ya que predominó más

la soya con respecto a la yuca, esto se debe al sabor amargo de ésta y a la poca cantidad de yuca utilizada (Ferreira, 1979) manifiesta que el gusto y el sabor desagradable del extracto de soya diluido en agua, se debe a compuestos volátiles de bajo peso molecular producidos por la desintegración de la soya con el agua por la enzima lipoxigenasa sobre la cadena de ácidos grasos insaturados.

Con respecto a la apariencia fue el atributo mejor puntuado 77% (Fig. 4). Este helado presentaba muy color crema muy apetecible para el consumidor.

C. Análisis estadístico

La tabla 4 muestra las correlaciones momento producto de Pearson, entre cada par de variables (atributos). El rango de estos coeficientes de correlación va de -1 a +1, y miden la fuerza de la relación lineal entre las variables.

Tabla 4.

Correlaciones entre atributos. Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI.I.

	Aroma	Apariencia	Consistencia	Textura	Sabor
Aroma		-0,1614	0,2761	0,2925	0,6309
Valor-P		0,4966	0,2387	0,2108	0,0029
Apariencia	-0,1614		0,0631	-0,27	-0,0571
Valor-P	0,4966		0,7915	0,2497	0,811
Consistencia	0,2761	0,0631		0,566	0,4523
Valor-P	0,2387	0,7915		0,0093	0,0453
Textura	0,2925	-0,27	0,566		0,4399
Valor-P	0,2108	0,2497	0,0093		0,0522
Sabor	0,6309	-0,0571	0,4523	0,4399	
Valor-P	0,0029	0,811	0,0453	0,0522	

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el valor de la correlación entre aroma y sabor presenta el mayor valor absoluto y es un resultado positivo se puede inferir que si se modifica el sabor, se modifica el aroma y viceversa; pero de una manera favorable. (Correlación más fuerte en toda la tabla).

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 alimentos. 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 dolorosos, 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, 2006).

Siendo la segunda más fuerte, textura y consistencia. Las correlaciones entre sabor y textura, y sabor y consistencia son aproximadamente iguales y tiene el mismo comportamiento que el aroma y sabor.

Con la apariencia y la textura es un valor negativo lo cual significa que si se uno de estos atributos aumenta, el otro disminuirá y sucede lo mismo con aroma y apariencia, y sabor y apariencia. Varios aspectos de apariencia tales como el color, tamaño y forma, así como aspectos de estructura se adelantan a nuestra interacción física con el alimento. Los cambios percibidos visualmente en el alimento cuando es manipulado agregan impresiones de la textura del alimento incluso antes de que el alimento llegue a la boca, se recoge una cantidad sustancial de conocimiento acerca de la textura del alimento a partir de estímulos visuales. (Rosenthal, 2006)

Por último, la correlación entre consistencia y textura presenta el mismo comportamiento que la que existe entre el aroma y el sabor hablando

en términos estadísticos. Aunque no siempre asociados con la percepción de la textura, los impulsos visuales proporcionan un indicador de viscosidad y el comportamiento “tambaleante” de un sólido, de alimentos con diferentes consistencias (Rosenthal, 2006)

En cuanto al valor-P, los abajo de 0,05 indican correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95,0%. Los siguientes pares de variables tienen valores-P por debajo de 0,05: Aroma y Sabor, Consistencia y Textura, Consistencia y Sabor, lo cual permite inferir que éstos atributos son los que deben estar propensos a modificaciones para que la aceptabilidad del producto aumente.

IV. CONCLUSIONES

Podemos concluir que el producto elaborado con una formulación adecuada presenta un bajo contenido calórico, graso y de colesterol que además de esto presenta aportes nutricionales importantes siendo muy beneficioso para todos los consumidores en general. Dicha formulación se podría modificar en algunos aspectos para así potenciar y mejorar tanto sus aportes en cuanto a proteínas, minerales y vitaminas como también la percepción de atributos como textura, aroma y consistencia que en términos generales presentaron una menor calificación lo que hace que nuestro producto tenga un menor interés de consumo según nuestros panelistas, para esto se plantea la implementación de aditivos naturales que no afectan de manera negativa las propiedades nutricionales del producto. Por último, para poder modificar alguna de los atributos del producto se debe tener en cuenta las correlaciones analizadas estadísticamente debido a que unos dependen fuertemente de otros.

V. REFERENCIAS

- Aguilera, M. (2012). La yuca en el Caribe colombiano: De cultivo ancestral a agroindustrial. Centro de estudios económicos regionales, Cartagena, Colombia. Recuperado el 01 de Noviembre de 2018 de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_158.pdf
- Arce, P. (2017). 5 beneficios de las leches vegetales. El Nuevo Diario. Recuperado el 01 de Noviembre de 2018 de <https://www.elnuevodiario.com.ni/saludysexualidad/433562-5-beneficios-leches-vegetales/>
- Badui, S., & Ponce, E. (2006). Química de los alimentos. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación de México, 4th ed, 445-447.
- Cabrera, J. (1998). Grasas y reemplazantes en los helados. Recuperado el 01 de Noviembre de 2018 de <http://www.Geocities.com/Colosseum/Bench/3901/02Grasas.htm>.
- Ferreira, P.L. 1979. Anais a soja na producao de alimentos; I Seminario Nacional de Pesquisa de soja. Londrina, Brasil, Émbrapa, 2, 236.
- García, N. (2017). Bebidas vegetales (Tesis de pregrado). Universidad Complutense, Madrid, España.
- Gómez, S., & López, L. (2008). Efecto de la soya en combinación con un plan de alimentación en personas obesas con hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia de 30 a 59 años de edad, adscritos al hospital general de la zona con medicina familiar No. 1 IMSS, Pachuca (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, Hidalgo
- Hernández, E. (2005). Evaluación sensorial. UNAD - Bogotá, Colombia. 85-86.

- Lozano, R. (2016). Helados artesanales ‘muerden’ porción de torta a los grandes. El Tiempo. Recuperado el 01 de Noviembre de 2018 de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16586435>
- QUISPE, M.E. 1976. Utilización del frijol de soya en la elaboración de helados. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. UNALM - Lima, Perú. 156.
- Reader's Digest Association. (1976). Secrets of better cooking .México DF, México: Reader's Digest México, 564-565.
- Ridner, E. (2006). Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud. Nutrición, Buenos Aires, Argentina, 18.
- Rocha, R., & Coy, S. (2006). Elaboración de una bebida a base de leche de soya y ahuyama fortificada con hierro y calcio, para adultos mayores (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Rosenthal, A., & Ibarz Ribas, A. (2001). Textura de los alimentos. Medida y percepción Zaragoza: Acribia, 1st ed., 1-3.
- U.S. Food and Drug Administration. (2018). New and Improved Nutrition Facts Label. U.S. Recuperado el 01 de Noviembre de 2018 de <https://www.fda.gov/downloads/Food/LabelingNutrition/UCM537178.pdf>

Análisis de ciclo de vida de residuos sólidos urbanos en un relleno sanitario con y sin generación de energía en ciudades de medio porte

Aline Isabel Melo Henriques¹

Jairo Tamaris Contreras²

RESUMEN

Considerándose la necesidad de profundizar en el conocimiento de la gestión de Residuos sólidos Urbanos (RSU) y sus efectos en el medio ambiente, este trabajo buscó contribuir al aprovechamiento energético de RSU analizando diferentes rutas. Fueron utilizadas las características de los residuos sólidos del consorcio intermunicipal de los municipios de la Micro-región del Alto de Sapucaí (CIMASAS) conformado por 11 municipios brasileiros del Estado de Minas Gerais - Brasil, donde se compararon 2 escenarios utilizando el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), escenario 1 (escenario de referencia) – relleno sanitario sin recuperación energética y quema en flares; el escenario 2 – relleno sanitario con recuperación energética en Motores de Combustión Interna (MCI). Considerando los impactos ambientales generados en todo el ciclo de vida de cada escenario, para ello en la evaluación ambiental se consideraron como entradas, materiales y energía, y como salidas las emisiones y productos generados, se utilizó el método CML IA Baseline, del software SimaPro, para el análisis de categorías de impacto (calentamiento global, agotamiento de los recursos abióticos, destrucción de la capa de ozono, acidificación y eutrofización). Los resultados principalmente indican mejor desempeño ambiental en el escenario 2 relleno sanitario recuperando energía eléctrica, además de presentar beneficios por la generación de energía, presenta los menores impactos. El escenario 1 es el modelo más utilizado para el tratamiento y disposición final para los RSU implementados en Brasil es el de peor desempeño desde el punto de vista ambiental. Las categorías de menores impactos para todos los escenarios son la depleción abiótica, seguido de la acidificación y la eutrofización. El calentamiento global se ve influenciado por las emisiones fugitivas de los rellenos sanitarios, sin embargo, es menor el escenario 2 por el uso para generación de energía eléctrica.

Palabras claves: ACV, relleno sanitario, biogás, eficiencia energética, RSU.

ABSTRACT

Different routes are analyzed to obtain more detailed information on the management of Municipal Solid Waste (MSW) and its effects on the environment. The solid waste characteristics of the intermunicipal consortium of the municipalities of the Alto de Sapucaí Micro-region (CIMASAS) made up of 11 Brazilian municipalities of the State of Minas Gerais - Brazil were used, where 2 were compared using the Life Cycle Analysis (LCA), Scenario 1 (reference scenario). Scenario 2 - sanitary landfill with energy recovery in Internal Combustion Engines (MCI). Consider the environmental effects generated throughout the life cycle of each scenario, for use in environmental assessment as inputs, materials and energy, such as the results generated, the CML IA Baseline method, the SimaPro software for the analysis of impact categories (global warming, depletion of abiotic resources, destruction of the ozone layer, acidification and eutrophication). The results are, mainly, better environmental results in the scenario. Scenario 1 is the most used model for the treatment and the final disposal for the SUW implemented in Brazil is the worst performance from the environmental point of view. The categories of minor effects for all scenarios are abiotic depletion, acidification and eutrophication. Global warming is influenced by fugitive emissions from landfills, however it is lower in scenario 2 because of the use for generating electricity.

Keywords: LCA, landfill, biogas, energetic efficiency, MSW

¹ Bióloga. M.s.C. Ingeniería de Energía, Semillero de Investigación del Centro Acuicola y Agroindustrial de Gaira-CAAG, SENA Regional Magdalena, ameloh@misena.edu.co

² Administrador de Empresas. Esp. En Docencia Universitaria, Semillero de Investigación del Centro Acuicola y Agroindustrial de Gaira-CAAG-SENA-Regional Magdalena, jtamarisc@sena.edu.co.

I. INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son una preocupación a nivel mundial, inevitablemente generados por las actividades de la población; y el crecimiento poblacional lleva también a un consumo desmedido de recursos naturales (ACHILLAS et al., 2011, CLEARY, 2009). Una problemática relacionada con la disposición final de los RSU y el hecho de que los mismos cuando descartados de la forma incorrecta generan impactos negativos sobre el medio ambiente que afectan la salud humana.

Los países miembros de la Unión Europea están aplicando leyes para reducir la disposición de RSU en los vertederos y promover el uso de técnicas ambientalmente menos comprometedoras (MÜNSTER & LUND, 2009). Esto debido a las grandes áreas ocupadas por ellos y los impactos ambientales derivados de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a partir de los gases fugitivos, la contaminación de las aguas subterráneas y del suelo (EUROSTAT, 2014).

En el Plan Nacional de Residuos Sólidos la prevención de la formación y la reducción de los residuos son importantes y deben priorizarse antes de la recuperación del recurso en la jerarquía. Lisney et al. (2003) abordan la recuperación de energía como necesaria para la gestión sostenible de los residuos. En la selección de alternativas para la disposición final de los residuos es importante considerar los riesgos derivados de la implementación de cada una y los impactos ambientales que pueden ser causados (FRUERGAAARD y ASTRUP, 2011), con este fin se utiliza el análisis del Ciclo de Vida (ACV) que ha demostrado ser una

herramienta adecuada para proporcionar una comparación entre las tecnologías de gestión de residuos. Desde el punto de vista ambiental, los procesos de gestión sostenible de los residuos, deben conducir a la disminución de la generación de GEI, es por eso que se utilizan los procesos de conversión de residuos en energía WtE que disminuyen y reemplazan el uso de combustibles fósiles.

La mayoría de los estudios se han centrado en comparaciones entre tecnologías específicas como son la incineración, gasificación y rellenos sanitarios, las más comunes de encontrar en los grandes núcleos poblacionales. Sin embargo, todavía hay la necesidad de un estudio exhaustivo sobre la viabilidad de las estrategias WtE para RSU en ciudades de mediano porte. El objetivo de este trabajo es la evaluación energético-ambiental comparando un relleno sanitario común y otro generando energía eléctrica a partir de los RSU para poblaciones medianas, incluyendo su conversión energética, y utilizando el análisis del ciclo de vida – ACV.

II. METODOLOGÍA

La metodología abordada en este trabajo permite el análisis y comparación, bajo el aspecto energético y ambiental de la disposición final de los RSU en un relleno sanitario. Como estudio de caso se utilizará el Consorcio Intermunicipal de los Municipios de la Microrregión del Alto Sapucaí (CIMASAS), en el estado de Minas Gerais en Brasil.

A. Datos de entrada

En una primera fase, se consideraron como datos de entrada la generación de RSU, la composición gravimétrica y elemental de los RSU, así como

el pretratamiento y tratamiento necesario, posibilidad de recuperación energética, uso de materiales básicos y las emisiones generadas durante la vida útil del proyecto.

B. Relleno Sanitario de Itajubá

El relleno sanitario se encuentra ubicado en el municipio de Itajubá, en la región Sur del estado de Minas Gerais, a 12 km del centro de la ciudad. Posee un área de 56,9 hectáreas, con vida útil de proyecto de 20 años. El terraplén inició sus operaciones en enero de 2010 (GONÇALVES, 2007).

C. Población de Estudio

La población seleccionada se encuentra entre 100.000 y 300.000 habitantes. Según BNDES (2014), la ruta recomendada para municipios de este tamaño incluye: (i) recolección domiciliar de residuos no reciclables; (ii) recolección diferenciada de residuos reciclables y orgánicos de grandes generadores; (iii) transporte a la unidad de pretratamiento para la clasificación de los residuos reciclables secos y disposición final de aquellos materiales no aprovechables en rellenos sanitarios. El consorcio CIMASAS está formado por 11 municipios del estado de Minas Gerais con un tamaño poblacional estimado en 203.983 habitantes (IBGE, 2015).

D. Evaluación de Impacto

De los diversos métodos de AICV disponibles en el software SimaPro v8, se eligió el método CML IA baseline (2000), debido a que la mayoría de las categorías de impacto tienen un ámbito geográfico global, además su enfoque se orienta al problema que corresponde ISO al punto intermedio en el mecanismo ambiental, donde todavía se pueden proponer soluciones de mitigación a las diferentes problemáticas ambientales.

La herramienta elegida para el presente estudio es el Sistema de medición y mejora de la productividad (SimaPro v8.0), un modelo de software desarrollado por la empresa holandesa Pre-Consultants, fue utilizado para hacer los cálculos, análisis y comparaciones de los impactos ambientales en los escenarios analizados, es una herramienta ampliamente utilizada en la ACV, tanto por profesionales e investigadores.

Las categorías de impacto intermediarias utilizadas para realizar la evaluación de los impactos ambientales de los escenarios analizados son: acidificación, calentamiento global, eutrofización, depleción abiótica y depleción de la capa de ozono. La justificación para la selección es tal que representan las principales categorías esos impactos ambientales por parte del sector de tratamiento y disposición de RSU.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Caracterización y composición de los RSU en estudio.

Como no existen datos recientes reportados en la literatura sobre la composición gravimétrica de los RSU depositados en el relleno de Itajubá, se investigaron ciudades con población de mediano porte como del presente estudio en Brasil, teniendo en cuenta el PIB per cápita y de esta forma se obtuvo la composición gravimétrica media que fue asumida para las CIMASAS (Figura 1).

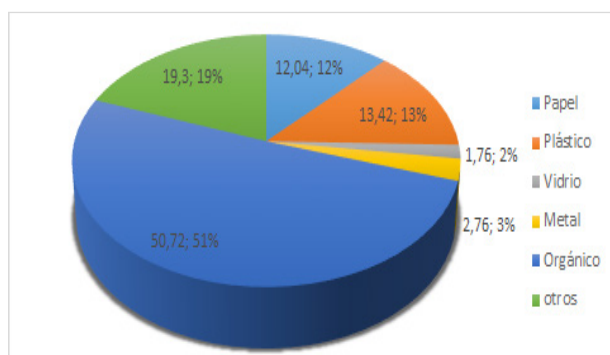


Figura 1. Composición gravimétrica asumida para CIMASAS, 2015

B. Estimación de generación de biogás de relleno sanitario en CIMASAS

Para la estimación de la generación de biogás de relleno se utilizó el programa LandGEM®, desarrollado por la agencia estadounidense de protección ambiental (USEPA, 2005), el cual presenta las estimaciones de emisión para todos los gases o contaminantes para un único año especificado. En la Figura 2, se presenta la generación de biogás, metano y otros gases que se presentan en menores cantidades. Se puede observar que después de 2034 el año de cierre del relleno, ocurre el pico de la producción de biogás.

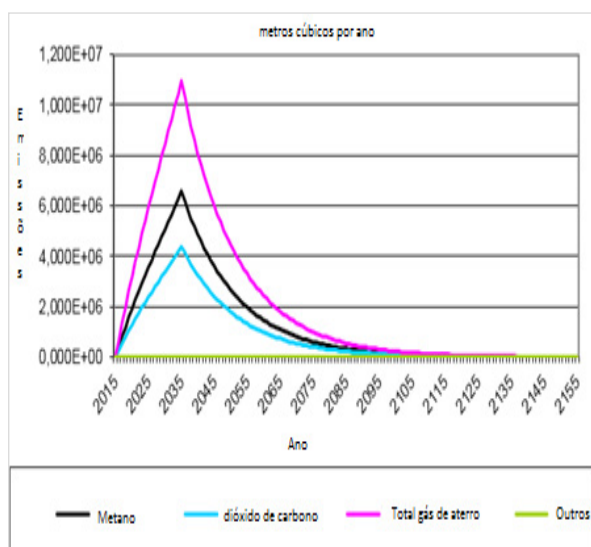


Figura 2. Estimativas de generación de biogás y metano a partir de LandGEM

C. Análisis Ambiental

Para el análisis ambiental se realizó una evaluación de ciclo de vida, considerando como unidad funcional 1 tonelada de RSU y el flujo de referencia es la entrada a los límites de sistema y la salida en flujos de masa, energía y emisiones al ambiente.

1. Escenario 1. Relleno Sanitario sin recuperación de energía y quema de biogás en flare.

Es la alternativa utilizada actualmente para la disposición final de los residuos del consorcio CIMASAS. En este caso, el 100% del residuo recolectado está dispuesto en el relleno sanitario y el biogás generado se dirige hacia el flare, no habiendo recuperación energética.

De manera simplificada, un vertedero de residuos sólidos puede ser considerado un reactor biológico donde las principales entradas son los RSU, diésel para el transporte y compactación del suelo, arena y la arcilla para cobertura de la masa (formación de la célula sanitaria). El sistema de producto considerado en el presente estudio contempló las siguientes unidades de proceso: relleno sanitario (tratamiento principal), tratamiento de lixiviados (lagunas facultativas), sistema de captación y quema del biogás.

La Figura 3 representa los límites del sistema con las principales entradas y salidas para este escenario. Se consideró que del biogás producido el 25% es lanzado a la atmósfera en forma de emisiones fugitivas y el restante 75% se quema en flare (DI TRAPANI et al., 2013, PARK y SHIN, 2001), pero algunos autores consideran que estos valores podrían ser mayores y alcanzar

40 – 60 % (ASSAMOI, B. e LAWRYSHYN, Y, 2012; AMINI AND REINHART, 2011; AMINI ET AL., 2012; SCHNEIDER ET AL., 2012; THEMELIS AND ULLOA, 2007).

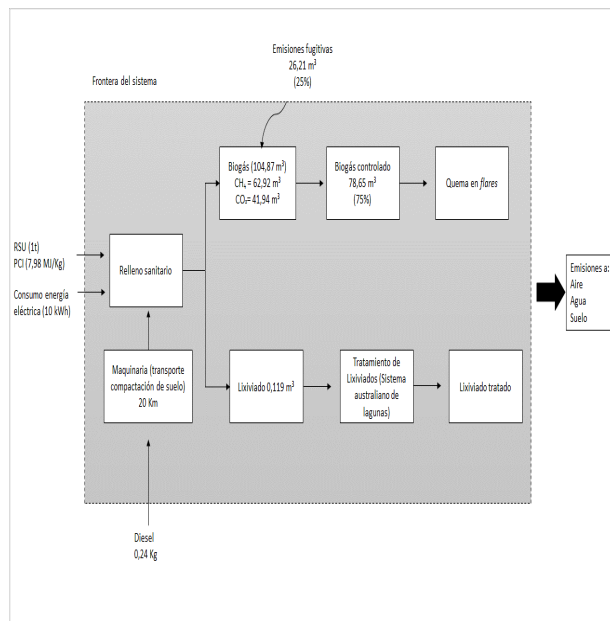


Figura 3. Fronteras del Sistema en el escenario 1.

2. Escenario 2. Relleno Sanitario con recuperación energética en MCI

El Escenario 2 es similar al Escenario 1 con la diferencia de que en este caso se considera la generación de energía eléctrica a partir del biogás captado por el sistema de recolección (ver Figura 4), el 75% del biogás generado es utilizado para generación de energía eléctrica en motores de combustión interna (MCI) y el 25% restante no se aprovecha debido a las emisiones fugitivas. Las emisiones evitadas se calculan con base en la sustitución de electricidad generada en el sistema eléctrico de Brasil por la producida a partir de gas de relleno en los MCI por aquella.

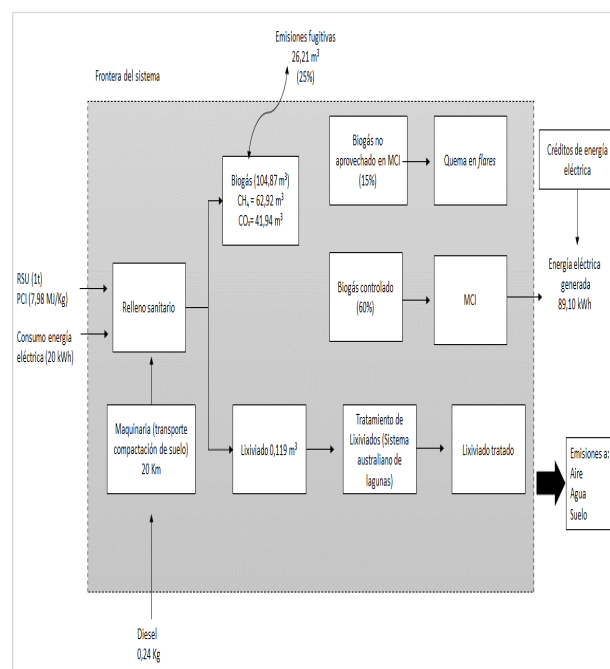


Figura 4. Fronteras del sistema en el Escenario 2

D. Análisis del inventario de ciclo de vida (AICV)

Los inventarios obtenidos a partir de fuentes brasileñas y de la base de datos de ECOINVENT se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.

Fuente de datos para inventarios de ACV en los escenarios

	Entradas	Referencia Inventarios
Escenarios 1, 2	Electricidad	Banco de datos Ecoinvent (2015)
Escenarios 1 e 2	Diésel para operación de la maquinaria de compactación del suelo	Borges (2004)
	Arcilla	Banco de datos Ecoinvent (2015)
	Arena	Banco de datos Ecoinvent (2015)
	Biogás de aterro sanitario	(LANDGEM, v302)
	Emisiones de chorume del relleno sanitario	BASTOS <i>et al.</i> (2003); SOUTO e POVINELLI, (2007) en NAKAMURA, (2012); DIAS (2012); VON SPERLING (2014)
Escenario 1	Emisiones de gases durante a quema del biogás en flare	USEPA (2008), NSCA (2002) en BEYLOT <i>et al.</i> (2013)
Escenario 2	Emisiones del Motor de Combustión Interna	USEPA (2008), NSCA (2002) en BEYLOT <i>et al.</i> (2013).

E. Evaluación de los Impactos Ambientales para los Escenarios Evaluados

Para el análisis ambiental, se compararon los escenarios, para las categorías de midpoint. Para comparaciones, vale recordar que los valores más altos indican un peor comportamiento ambiental del escenario en la categoría, mientras que los valores menores o negativos indican beneficios ambientales (Ver Figura 5).

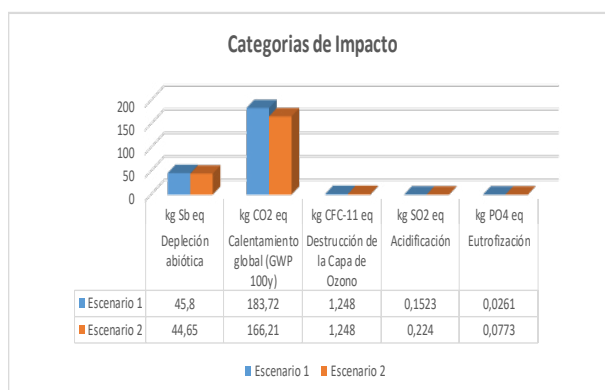


Figura 5. Impactos ambientales obtenidos con el método CML IA Baseline

1. Caracterización del Escenario 1 (Relleno Sanitario convencional)

Para el Escenario 1, presentado en la Figura 6, los impactos ambientales son influenciados en todas las categorías de impactos especialmente por la quema en flare del biogás de vertedero y por las emisiones fugitivas, presentando estas el mayor valor para el calentamiento global con 183.72 kg de CO2 eq / tRSU.

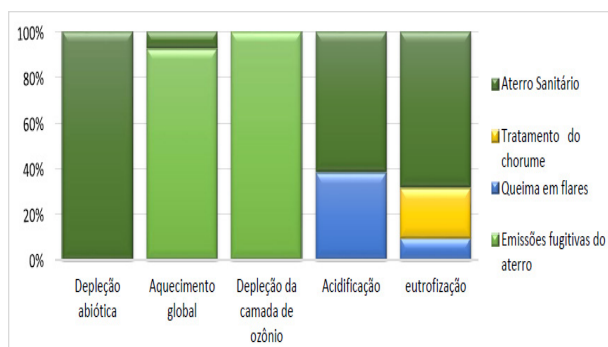


Figura 6. Comparación porcentual de la caracterización de los impactos para el escenario 1, relleno sanitario con quema en flare.

Los mayores impactos del relleno sanitario están relacionados con la depleción abiótica, debido al uso de recursos tales como la ocupación del suelo (dadas las grandes extensiones de tierra),

uso de arcilla y arena para compactación de los RSU, así como el uso de la maquinaria. En cuanto a la destrucción de la capa de ozono, se puede observar el mayor impacto de las emisiones fugitivas, ya que se desplazan a la atmósfera, degradando la capa de ozono, principalmente por los componentes del biogás, tales como el Hidroclorofluorcarbano (HCFC), Clorofluorocarbano (CFC) y el bromuro de metilo, sustancias controladas por el Protocolo de Montreal y que se denominan sustancias destructoras de la capa de ozono.

Caracterización del Escenario 2 (Relleno Sanitario con Recuperación Energética en MCI)
 Para la caracterización del Escenario 2, mostrado en la Figura 7, así como en el Escenario 1, los mayores impactos son presentados por las emisiones fugitivas, pero en este escenario hay generación de energía eléctrica. Se puede observar la influencia de los impactos ambientales en la etapa de generación de energía con MCI, principalmente para la acidificación y la eutrofización por las emisiones de NOx, CO, entre otros. Los valores negativos representan impactos positivos, debido a la generación evitada de energía eléctrica que, a su vez, disminuye el consumo de recursos naturales y de electricidad de la red eléctrica brasileña, y consecuentemente reduciendo el impacto en la depleción abiótica, en el calentamiento global, en la acidificación y eutrofización.

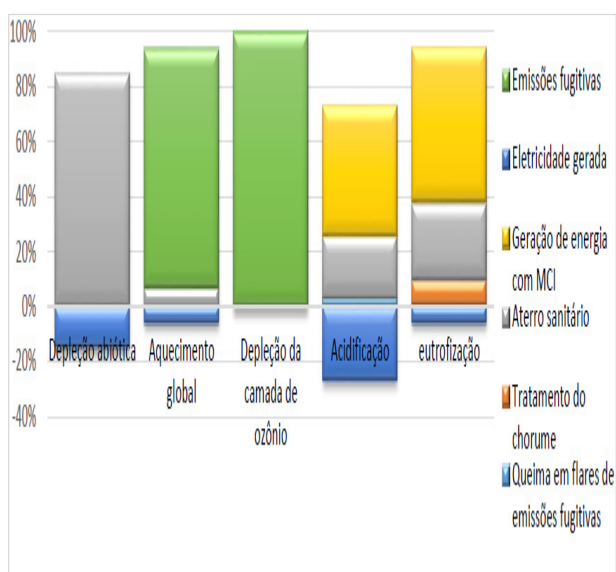


Figura 7. Comparación porcentual de la caracterización de los impactos para el Escenario 2

IV. CONCLUSIONES

El escenario 1 es el modelo más utilizado para el tratamiento y disposición final para los RSU implementados en Brasil y Colombia es el de peor desempeño desde el punto de vista ambiental. Debido a que los mayores impactos para todas las categorías se presentaron en ese escenario, considerando esta problemática ambiental en varios países Europeos se establecen políticas para erradicar los rellenos sanitarios y enfocan sus esfuerzos en la implementación de la jerarquía de tratamiento y disposición del residuo, disminución de residuos, recuperación y reciclado de los materiales y de la energía contenidos en el mismo. Los vertederos en su actual concepción generan una carga incalculable para las futuras generaciones y deben considerarse como última opción para disponer de los residuos.

Para el escenario 2 se disminuye el impacto de calentamiento global debido a la recuperación

de energía generada por los MCI, sin embargo no son una alternativa viable al revisar el resto de impactos los cuales se presentan muy similares con respecto al relleno sanitario convencional, esto se debe principalmente al uso de MCI y a las emisiones fugitivas también generadas.

Podemos concluir que el relleno sanitario aunque es el sistema más utilizado para disposición final de los residuos sólidos no es el mejor método, debido a los impactos ambientales generados, se debe continuar en la búsqueda de alternativas más amigables con el medio ambiente considerando, para municipios con población entre 100.000 y 300.000 habitantes debería estar compuesta por: recolección domiciliar de CDR, recolección diferenciada de residuos reciclables, orgánicos, unidades de clasificación para destinación de los residuos reciclables secos y disposición de desechos en rellenos sanitarios.

V. REFERENCIAS

- ACHILLAS CH, VLACHOKOSTAS CH, MOUSSIOPOULOS N, BANIAS G, KAFETZOPOULOS G, KARA-GIANNIDIS A. Social acceptance for the development of a waste-to-energy plant in an urban area. *Resource Conservation Recycling*. 2011;55 (9–10):857–63.
- AMINI, H.R., REINHART, D.R., 2011. Regional prediction of long-term landfill gas to energy potential. *Waste Management*. v31, 2020–2026.
- AMINI, H.R., REINHART, D.R., MACKIE, K.R., 2012. Determination of first - order landfill gas modeling parameters and uncertainties. *Waste Management*. v.32, 305 – 316.
- ARAFAT A, K., JIJAKLI A, A., AHSAN. Environmental performance and energy recovery potential of five processes for municipal solid waste treatment. *Journal of Cleaner Production*. (105) 233-240. 2015.
- BANAR, M, Z. COKAYGIL, A. OZKAN. Life cycle assessment of solid waste management options for Eskisehir, Turkey. *Waste Management* (29) 54–62. Turkey. 2009
- BARROS, R. M., TIAGO, G., DA SILVA, T. The electric energy potential of landfill biogas in Brazil. *Energy Policy*. V. 65, p. 150-164, Ed. Elsevier, 2014.
- BECK, R. W. Anaerobic Digestion Feasibility Study. Bluestem Solid Waste Agency e Iowa Department of Natural Resources. [s.n.]. 2000.
- BEYLOT, A.; VILLENEUVE, J.; BELLENFANT, G. Life Cycle assessment of landfill biogas management: sensitivity to diffuse and combustion air emissions. *Waste management*, New York, N.Y., v. 33, n. 2, p. 401-411, fev. 2013
- BERNSTAD e LA COUR JANSEN. Review of comparative LCAs of food waste management systems current status and potential improvements. *Waste Management*. 32(12):2439-55. 2012.
- BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social). Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Fundação de apoio ao desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco. Grupo de Resíduos Sólidos – UFPE. 2013.
- BOSMANS, A., VANDERREYDT, I., GEYSENC, D., HELSEN, L. The crucial role of waste to energy technologies in enhanced landfill mining: a technology review. *Journal Cleaner Production* 55, 10–23. 2013.

- BRUNNER, P.H., RECHBERGER, H. Waste to energy – key element for sustainable waste management. *Waste Management*. 37, 3–12. 2015.
- CLIFT, R., DOIG, A., FINNVEDEN, G., 2000. The application of life cycle assessment to integrated solid waste management. Process safety and environmental protection. *Transactions of the Institution of Chemical Engineers* 78 (4), 279– 287.
- CHAYA, W., GHEEWALA, S. Life cycle assessment of MSW-to-energy schemes in Thailand. *Journal Cleaned Production* 15 (15), 1463e1468. 2007.
- CHEHEBE, J. R. Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000. São Paulo: Qualitymark, 1998
- CHERUBINI F, BARGIGLI S, ULGIATI S. Life cycle assessment (LCA) of wastemanagement strategies: landfilling, sorting plant and incineration. *Energy*. 2009;34(12):2116–23.
- CHERUBINE, BARGIGLI, e SERGIO ULGIATI. Life cycle assessment (LCA) of waste management strategies: Landfilling, sorting plant and incineration. *Energy*. (34) 2116–2123. Roma. 2008.
- CONSONNI. S., GIUGLIANO, M., GROSSO M. Alternative strategies for energy recovery from municipal solid waste Part A: Mass and energy balances. *Waste Management*. Italia. 2005.
- ECOINVENT, 2015. Swiss center for life cycle inventories (Ecoinvent Centre). Ecoinvent Database. Ecoinvent Centre, Dübendorf, 2010. Disponível em: www.ecoinvent.org
- EUROSTAT, Greenhouse gas emissions from waste disposal. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Green-](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Greenhouse_gas_emissions_from_waste_disposal)
- house_gas_emissions_from_waste_disposal. 2014.
- KHOO HH. Life cycle impact assessment of various waste conversion technologies. *Waste Management* 2009; 29(6):1892–900.
- OLIVEIRA, L. B.; MAHLER, C. F.; ROSA, L. P. Waste to Energy in Brazil. In: KARAGIANNIDIS, A. *Waste to Energy - Opportunities and Challenges for Developing and Transition Economies*. Springer, p. 341-348. [s.n.], ISBN 978-1-4471-2305-7. 2012.

Aprovechamiento de lactosuero para la producción de ácido láctico y posibles aplicaciones

Ana Cecilia Caro Zapata¹

John Fredy Holguín Múnera²

Natalia Andrea Gómez Rave³

Braian David Luján Roldán⁴

Manuela Alejandra Gil Uribe⁵

RESUMEN

Uno de los pilares de la economía colombiana es el sector lechero, siendo Antioquia uno de los mayores productores de lácteos y sus derivados, entre ellos, el lactosuero. Este artículo es una revisión bibliográfica sobre las generalidades del lactosuero, que incluyen su origen y extracción. El tema de interés se centra en la transformación microbiana de lactosa, proveniente del lactosuero, en ácido láctico. Para lograr la mayor producción de este metabolito se deben tener en cuenta las condiciones del cultivo (optimización de pH, temperatura, agitación, fuente de carbono, entre otros) y el microorganismo en sí (homofermentativo). Posteriormente debe ser separado y purificado de todos los demás componentes de un cultivo; para esto se encontraron métodos como la precipitación, la extracción con solventes, la separación por membrana, y otros que implican aumentar el costo de producción. El ácido láctico tiene potencialidades en los diferentes campos como alimentos, medicina, agrícola, cosmético, entre otros. Se concluye que el lactosuero siendo desperdiciado en la industria nacional, puede ser utilizado como fuente de carbono para una gran variedad de microorganismos, que producen ácido láctico, el cual tiene una amplia gama de aplicaciones que pueden ser aprovechadas para el beneficio de la economía local. *Palabras clave*— Ácido láctico, aplicaciones, fermentación homoláctica, lactosuero, purificación.

ABSTRACT

One of the pillars of the Colombian economy is the dairy sector, being Antioquia one of the largest producers of dairy products and their derivatives, among them, whey products. This article is a review about the generalities of the whey, which includes its origin and extraction. The subject of interest focuses on the microbial transformation of lactose, from whey, into lactic acid. To achieve the highest production, this metabolite must take into account the conditions of the culture (pH optimization, temperature, agitation, carbon source, among others) and the microorganism itself (homofermentative). Subsequently it must be separated and purified from all other components of culture. For this, methods were found such as precipitation, solvent extraction, membrane separation, and others that involve increasing the cost of production. Lactic acid has potentialities in different fields such as food, medicine, agriculture, cosmetics, among others. It has been concluded that whey has become the national industry, in the great variety of microorganisms, in which there is a wide range of applications that can be used for the benefit of the local economy.

Keywords— Lactic acid, applications, homolactic fermentation, whey, purification.

¹ Investigador Principal, Centro Textil y de Gestión Industrial (SENA) Medellín, Colombia, Grupo de Investigación Aplicada a la Industria al Textil y a la Química (GIAITEQ), anaceciliacar@gmail.com

² Investigador auxiliar, Centro Textil y de Gestión Industrial (SENA) Medellín, Colombia, Grupo de Investigación Aplicada a la Industria al Textil y a la Química (GIAITEQ), johnfh23@gmail.com

³ Investigador auxiliar, Centro Textil y de Gestión Industrial (SENA) Medellín, Colombia, Grupo de Investigación Aplicada a la Industria al Textil y a la Química (GIAITEQ), gomezravenatalia@gmail.com

⁴ Investigador auxiliar, Centro Textil y de Gestión Industrial (SENA) Medellín, Colombia, Grupo de Investigación Aplicada a la Industria al Textil y a la Química (GIAITEQ), braian.lujan@udea.edu.co

⁵ Investigador auxiliar, Centro Textil y de Gestión Industrial (SENA) Medellín, Colombia, Grupo de Investigación Aplicada a la Industria al Textil y a la Química (GIAITEQ), aleja.gil10@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

El sector lechero en Colombia es un sector sumamente importante para la economía nacional. Actualmente representa el 0,83% de PIB nacional, 9,1% del PIB del sector agropecuario y el 24,3% del PIB pecuario, además de generar más de 700.000 empleos directos (Fajardo, 2018). La producción

lechera hace presencia en 22 departamentos del país, siendo Antioquia, Boyacá y Cundinamarca los departamentos más destacados. En Colombia se registran más de 395.215 unidades productoras de leche, es decir casi 400.000 fincas o haciendas de las cuales solo el 20% tienen más de 15 animales. Colombia produce, en promedio, 7.094.000 millones de litros de leche en el año 2017 (FEDEGAN, 2017). Esta industria, según Fedegán y Asoleche, representa en promedio cuatro billones de pesos anuales y representa el ingreso de 480.000 familias ganaderas. De este gran total, Asoleche estima que 400.000 son pequeños productores (entre 80.000 y 90.000 están en la zona norte de Antioquia).

II. LACTOSUERO

El lactosuero es un líquido obtenido después de la precipitación de la caseína durante la producción de la leche; se utiliza principalmente en la panificación y elaboración de galletas. El lactosuero es rico en lactosa y compuestos nitrogenados, y es usado como fuente de carbono usualmente para las bacterias ácido lácticas, lo que lo hace una alternativa de bajo costo para la producción de este metabolito (Juodeikiene, Zadeike, Bartkiene, & Klupsaite,

2016) (Superintendencia Industria y Comercio, 2012). Durante el procesamiento de productos lácteos como el queso, leche, yogurt, productos deslactosados, estos dejan significantes cantidades líquidas de desechos (lactosuero) lo que resulta en una problemática ambiental.

Existen 2 tipos de lactosuero dependiendo principalmente de la eliminación de la caseína, el primero denominado dulce, está basado en la coagulación por la renina a pH 6,5. El segundo llamado ácido resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína (Parra Huertas, 2009).

Las proteínas presentes en el lactosuero poseen propiedades gelificantes, emulsificantes, espesantes, de retención de agua, de espumado, de solubilidad y de absorción de lípidos estos muy útiles para la industria debido a sus funcionalidades (Alpina, 2015)

Tabla 1.

Composición de las proteínas presentes en el Lactosuero.

Vitaminas	Concentración (mg/ml)
Tiamina	0,38
Riboflavina	1,2
Ácido nicotínico	0,85
Ácido pantoténico	3,4
Piridoxina	0,42
Cobalamina	0,03
Ácido ascórbico	2,2

Fuente: (Linden & Lorient, 1996)

Tabla 2.

Composición de las proteínas presentes en el Lactosuero.

Aminoácido	Lactosuero
Treonina	6,2
Cisteína	1,0
Metionina	2,0
Valina	6,0
Leucina	9,5
Isoleucina	5,9
Fenilalanina	3,6
Lisina	9,0
Histidina	1,8
Triptófano	1,5

Fuente: (Linden & Lorient, 1996)

Tabla 3.

Propiedades funcionales del lactosuero comparadas con las de la leche.

Propiedades	Caseínas	Proteínas del lactosuero
Hidratación	Alta capacidad de retención de agua (CRA) con formación pegante a alta concentración	CRA incrementándose con desnaturación de proteína
Solubilidad	Insoluble a punto isoeléctrico	Insoluble a pH 5 si es termodesnaturalizado
Gelificación	No, gelificación térmica excepto en presencia de calcio. Gelificación micela por quimosina	Gelificación térmica desde 70 °C: influencia de pH y sales
Viscosidad	Soluciones muy viscosas a pH básico y neutral. Viscosidad más baja a pI	Soluciones no muy viscosas excepto si son termodesnaturalizadas

Continuación Tabla 3

Propiedades emulsificantes	Excelentes propiedades emulsificantes especialmente a pH básico y neutral Baja estabilidad espumante	Buenas propiedades emulsificantes excepto a pH 4-5 si es termodesnaturalizada
Retención de sabores	Buena retención de sabores	Retención muy variable con la desnaturación
Propiedades espumado	Baja estabilidad espumante	Excelente estabilidad espumante

Fuente: (Hui, 1993)

Antes de ser usado en un medio de cultivo, el lactosuero debe ser sometido a procesos de clarificación para remover proteínas, en el cual se aplica un calentamiento a 90 °C y las proteínas precipitadas son removidas por centrifugación a 5000 rpm (Juodeikiene, Zadeike, Bartkiene, & Klupsaite, 2016).

III. ÁCIDO LÁCTICO

Las bacterias ácido lácticas Son Gram positivas, microaerófilos y catalasa negativos, forman ácido láctico como producto principal de la fermentación de los azúcares y pueden ser homofermentativos o heterofermentativos según la cantidad y la presencia del ácido (García, Arrázola, & Durango, 2010). Tienen alta tolerancia al pH por debajo de 5 y su temperatura óptima de crecimiento ésta en un rango de 20°C a 40°C (Hofvendahl, Hagerdal, 2000).

Tabla 4.

Bacterias ácido lácticas homo y heterofermentativas y la configuración del ácido producido.

Especie	Homo fermentativa	Hetero fermentativa	Configuración ácido láctico
<i>L. delbrueckii</i>	+	-	D(-)
<i>L. lactis</i>	+	-	D(-)
<i>L. bulgaricus</i>	+	-	D(-)
<i>L. casei</i>	+	-	L(+)
<i>L. plantarum</i>	+	-	DL
<i>L. curvatus</i>	+	-	DL
<i>L. brevis</i>	-	+	DL
<i>L. fermentum</i>	-	+	DL
<i>S. inulinus</i>	+	-	D(-)
<i>S. cremoris</i>	+	-	L(+)
<i>S. lactis</i>	+	-	L(+)
<i>L. mesenteroides</i>	-	+	D(-)

Fuente: (García, Arrázola, & Durango, 2010).

Existen dos isómeros, el D (-) láctico y el L (+) láctico. El isómero D (-) es perjudicial al metabolismo humano y puede generar acidosis y descalcificación. El ácido L (+) láctico es clasificado por la FDA como una sustancia GRAS, generalmente reconocido como seguro para uso como aditivo alimenticio (García, Arrázola, & Durango, 2010)

IV. FERMENTACIÓN ÁCIDO LÁCTICO

Existe un grupo de bacterias producen ácido láctico como un producto anaeróbico por la glucólisis con la ayuda de aldolasas, con alto

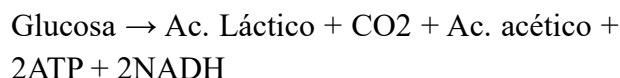
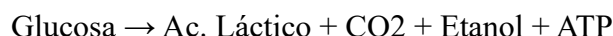
rendimiento y alta productividad. Las condiciones óptimas varían según el microorganismo. Para este grupo las condiciones de crecimiento pueden ir desde temperaturas de 5-45 °C y un rango de pH de 3,5-10. Las bacterias ácido-lácticas están agrupadas en homofermentativas y heterofermentativas dependiendo del producto final de su fermentación. Las bacterias heterofermentativas aparte de la producción de ácido láctico produce otros bioproductos como etanol, diacetilo, formato, acetona o ácido acético, y dióxido de carbono (Abdel-Rahman, Tashiro, & Sonomoto, 2013)

La fermentación homoláctica es llevada en dos pasos. en un paso anterior a estos durante la glucosa o la ruta Embdene-Meyerhofe-Parnas la glucosa es transformada en ácido pirúvico y posteriormente es reducido a ácido láctico por el agente reductor NADH, así el ácido láctico es obtenido como único producto obtenido partir de la glucosa de acuerdo a la siguiente ecuación estequiometrica: Glucosa → 2Ac. Láctico + 2ATP. Los microorganismos que usan esta ruta para el consumo de carbohidratos son llamados como homofermentativos obligatorios, y están incluidos en este grupo, microorganismos como *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus amylophilus*, *L. bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus* y *L. salivarius*.

La fermentación homoláctica debería de tener un rendimiento teórico de 2 mol de ácido láctico por mol de glucosa consumida con un rendimiento de un gramo de producto por un gramo de sustrato, sin embargo, los rendimientos experimentales son menores (0,74-0,99 g/g) debido a que porciones de la fuente de carbono se va a la producción de biomasa. Bajo condiciones de estrés como limitación de fuente de carbono,

altos pH, bajas temperaturas, hace que bacterias homofermentativas producen ácido fórmico por la fermentación ácida mixta debido a la acción de la enzima piruvato-formato liasa (Castillo Martinez et al., 2013).

La fermentación heteroláctica es caracterizada por la formación de subproductos como CO₂, y ácido acético y etanol como productos finales de la fermentación. La glucosa es degradada por la ruta de las pentosas fosfato hasta gliceraldehído 3-fosfato, acetil-fosfato and CO₂. El gliceraldehído 3-fosfato pasa través de la glucólisis para convertirse en ácido láctico, por otro lado, el acetil-fosfato es convertido en ácido acético y/o etanol de acuerdo con las siguientes ecuaciones (Castillo Martinez et al., 2013)



V. OPTIMIZACIÓN DE LA FERMENTACIÓN ÁCIDO LÁCTICA

Durante la fermentación de ácido láctico se deben considerar las siguientes variables:

Temperatura:

Para bacterias ácido lácticas se ha determinado que el rango óptimo de temperatura para la producción de ácido láctico es 37-40°C. Además, se debe de tener en cuenta que la temperatura es esencial para actividades metabólicas y actividades enzimáticas (Panesar, Kennedy, Knill, & Kosseva, 2010).

pH:

El pH afecta el transporte de los nutrientes al interior de la célula, la síntesis de RNA y de proteínas (Panesar, Kennedy, Knill, & Kosseva, 2010). Las bacterias ácido lácticas prefieren un pH entre 5 y 7 (Castillo Martinez et al., 2013)

VI. FUENTES NUTRICIONALES USADAS EN LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO

Carbono:

Melazas(sacarosa), jarabe de piña(sacarosa), leche(lactosa), lactosuero(lactosa), papa(almidón) (Castillo Martinez et al., 2013).

Nitrógeno:

Peptonas, extracto de levadura, urea o sulfato de amonio (Castillo Martinez et al., 2013)

Para una óptima fermentación se debe tener en cuenta, principalmente, la concentración de sustrato, el tiempo de fermentación, la temperatura y la velocidad de agitación. Se ha reportado un porcentaje de rendimiento de obtención de ácido láctico de 62,1% partiendo de 150 g/L de glucosa, pH de 6,39 y una velocidad de agitación igual a 147 rpm (Ghaffar et al., 2014). De igual manera, el tamaño del inóculo es importante, ya que indica la viabilidad de las células en el medio que se quiere utilizar para la producción de ácido láctico.

VII. MICROORGANISMOS EMPLEADOS EN LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO A BASE DE LACTOSUERO

Tabla 5.

Microorganismos utilizados en la producción de ácido láctico usando lactosuero como fuente de carbono.

Microorganismo	Fuente de carbono	Referencia
L. acidophilus	Lactosa	Gupta & Gandhi, 1995; Kumar, Jha, & Chauhan, 2001
L. bulgaricus	Lactosa	Chakraborty & Dutta, 1999
L. delbrueckii	Lactosa	Chakraborty & Dutta, 1999
L. casei	Lactosa	Göksungur, Gündüz, & Harsa, 2005
L. helveticus	Lactosa	Amrane, 2005; Fitzpatrick and O'Keeffe, 2001;
Lactococcus lactis	Lactosa	Roukas & Kotzekidou, 1998
S. thermophilus	Lactosa	Liu, Liu, Liao, Wen, & Chen, 2004

Fuente: (Castillo Martinez et al., 2013)

VII. RENDIMIENTOS DE MICROORGANISMOS EN LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO A PARTIR DE LACTOSUERO

Tabla 6

Rendimientos de diferentes cepas en la producción de ácido láctico usando lactosuero como sustrato en modo de operación de lote. Y (gramo ac. láctico/g sustrato).

Microorganismo	Y(- g/g)	P(- g/L/h)	Referencia
Lb. helveticus	0.23	5.1*	Plessas et al. (2008)
Lb. bulgaricus	0.30	4.8*	Plessas et al. (2008)
Lb. casei SU No 22	0.32	-	Roukas & Kotzekidou, 1998
Lb. delbrueckii sp. bulgaricus	0.95	-	Mehaia & Cheryan, 1987

Fuente: Autor

IX. PURIFICACIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO

En una fermentación, además del metabolito esperado, se obtienen muchos otros componentes que dificultan la separación y alteran la pureza del ácido láctico (buscar una introducción que hable de estos residuos).

La separación adecuada de este requiere no sólo un método, sino una serie de pasos que vayan eliminando desde componentes de gran tamaño hasta micropartículas. Para lograr una alta pureza a bajo costo es necesario disminuir lo más posible los pasos, sin que se afecte la obtención de un compuesto con la más alta pureza.

Existen varios métodos para la separación del ácido láctico obtenido por fermentación, como la precipitación, la extracción con solventes,

la separación por membrana (Komesu, de Oliveira, Martins, Maciel, & Filho, 2017) (Abdel-Rahman & Sonomoto, 2016), la destilación directa, intercambio iónico, electrodiálisis (Garavand, Razavi, & Cacciotti, 2018). La separación por membrana es uno de los más aclamados métodos por su eficiencia en la purificación, sin embargo, es un método costoso, ya que los pasos que la componen son, tecnológicamente avanzados. Entre ellos está la microfiltración que es útil para eliminar microorganismos del cultivo y controlar la deposición de sólidos en la superficie del filtro; la nanofiltración, que consiste en membranas de alta presión y retienen solutos disueltos en agua (Mai, Rodtong, Baimark, Rarey, & Boontawan, 2018).

X. APLICACIONES ÁCIDO LÁCTICO

En la industria alimenticia es usado en la producción de alimentos lácteos como el yogurt y el queso modificando las proteínas de la leche causando que la textura del producto cambie. Además, el ácido láctico al bajar el pH de los productos tiene función de conservante que evita la proliferación de microorganismos no deseados que pueden ser patógenos para los consumidores y alterar las características de un producto como el aroma y el sabor (Castillo Martinez et al., 2013).

Es vital en la elaboración de productos de higiene y de cuidado personal debido a sus cualidades hidratantes, antimicrobiales, y antienvjecimiento en la piel, también en la elaboración de productos de higiene bucal. Los derivados del ácido láctico como ésteres lácticos son comúnmente usados por sus propiedades higroscópicas y emulsificantes. En la industria

farmacéutica es usado como suplemento en la síntesis de drogas dermatológicas y medicamentos que combaten la osteoporosis. (Castillo Martinez et al., 2013).

XI. CONCLUSIONES

Algunos productos lácteos como la leche en polvo, el queso, la leche condensada, y el yogur son los más exportados a países como Venezuela, con toneladas netas respectivas de 371 Ton, 24 Ton, 67 Ton y 50 Ton; mientras que el lactosuero no registra exportaciones, siendo un producto de desecho que genera problemas ambientales como contaminación de efluentes y suelos (Superintendencia Industria y Comercio, 2012).

El lactosuero es una fuente de carbono rica en lactosa y glucosa y una fuente de nitrógeno rica en proteínas que puede ser aprovechado por microorganismos adaptados para la transformación biotecnológica a ácido láctico.

El ácido láctico es un ácido orgánico proveniente de muchos productos de origen natural (Södergård & Stolt, 2002), que lo convierte en un producto con muchas utilidades sobre todo en la medicina y en cosmética siendo de fácil absorción biológicamente y biodegradable cuando se dispone al medio ambiente.

Una aplicación que está en auge es la obtención de ácido poliláctico un plástico biodegradable que compite con plásticos convencionales como el poliestireno y el polietileno, ya que entre sus propiedades se encuentran la resistencia mecánica, transparencia, seguridad, compostabilidad, bioabsorción para aplicaciones médicas, repelencia a los mohos y

menor calor de combustión que otros plásticos (Ajioka, Enomoto, & K., 1995) (Takiyama & Fujimaki, 1994).

Otra aplicación muy importante es la elaboración de ácido poliláctico, que es un biopolímero compuesto por monómeros de ácido láctico. Este ha tomado importancia en los últimos años ya que comparte características con los plásticos petroquímicos, sin embargo, a diferencia de estos pueden ser degradados por procesos de hidrólisis lo que los hacen una alternativa para reemplazar estos contaminantes que tardan cientos de años en degradarse (Lasprilla, Martinez, Lunelli, Jardini, & Filho, 2012).

XII. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto hace parte de los compromisos del proyecto financiado por SENNOVA, en la línea de innovación y/o desarrollo tecnológico en el año 2017: “OBTENCIÓN DE UN GEOTEXTIL A BASE DE ACIDO POLILÁCTICO, SINTETIZADO A PARTIR DE ÁCIDO LÁCTICO FERMENTADO DE DESECHOS DE LA INDUSTRIA LACTEA”.

XIII. REFERENCIAS

Abdel-Rahman, M. A., Tashiro, Y., & Sonomoto, K. (2013). Recent advances in lactic acid production by microbial fermentation processes. *Biotechnology Advances*, 31(6), 877–902. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.04.002>

Alpina. (2015). El lactosuero es una opción nutricional ideal para deportistas, adultos mayores, y niños en desnutrición” experto uruguayo. Retrieved from <https://www.alpina.com.co/prensa/comunicados/el-lactosue->

[ro-es-una-opcion-nutricional-ideal-para-deportistas-adultos-mayores-y-ninos-en/](https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.04.002)

Amrane, A. (2005). Analysis of the kinetics of growth and lactic acid production for *Lactobacillus helveticus* growing on supplemented whey permeate. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 80(3), 345–352. <https://doi.org/10.1002/jctb.1211>

Castillo Martinez, F. A., Balciunas, E. M., Salgado, J. M., Domínguez González, J. M., Converti, A., & Oliveira, R. P. de S. (2013). Lactic acid properties, applications and production: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 30(1), 70–83. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.11.007>

Chakraborty, P., & Dutta, S. K. (1999). Kinetics of Lactic Acid Production by *Lactobacillus delbrueckii* L. *bulgaricus* in Glucose and Whey Media. *Journal of Food Science and Technology*, 36(3), 210–216.

Fitzpatrick, J. J., & O’Keeffe, U. (2001). Influence of whey protein hydrolysate addition to whey permeate batch fermentations for producing lactic acid. *Process Biochemistry*, 37(2), 183–186. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(01\)00203-5](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(01)00203-5)

Garcia, C. A., Arrázola, G. S., & Durango, A. M. (2010). PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO POR VÍA BIOTECNOLÓGICA. *Revista Temas Agarioss*, 15(2), 9–26. <https://doi.org/10.21897/rta.v15i2.676>

Ghaffar, T., Irshad, M., Anwar, Z., Aqil, T., Zulifqar, Z., Tariq, A., ... Mehmood, S. (2014). Recent trends in lactic acid biotechnology: A brief review on production to purification. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7(2), 222–229. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2014.03.002>

Göksungur, Y., Gündüz, M., & Harsa, Ş. (2005).

- Optimization of lactic acid production from whey by *L. casei* NRRL B-441 immobilized in chitosan stabilized Ca-alginate beads. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 90(11), 1282–1290. <https://doi.org/10.1002/jctb.1326>
- Gupta, R., Kaul, V., Prakash, H. (1995). Effect of supplementation of some nutrients in whey on the production of lactic acid. *Indian Journal of Dairy Science*, 48, 636-641
- Hofvendahl, K. Hägerdal, B. 2000. Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources. *Enzyme and Microbial Technology* 26(2- 4): 87-107.
- Hui, Y.(1993). *Dairy Science and Technology Handbook 1. Principles and properties*. Primera edición. VCH Published, New York. 398 p.
- Juodeikiene, G., Zadeike, D., Bartkiene, E., & Klupsaite, D. (2016). Application of acid tolerant *Pediococcus* strains for increasing the sustainability of lactic acid production from cheese whey. *LWT - Food Science and Technology*, 72, 399–406. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.023>
- Kumar, S., Jha, Y. K., & Chauhan, G. S. (2001). Proces Optimisation for Lactic Acid Production from Whey Using *Lactobacillus* Strains. *Journal of Food Science and Technology*, 38(1), 59–61.
- Lasprilla, A. J. R., Martinez, G. A. R., Lunelli, B. H., Jardini, A. L., & Filho, R. M. (2012). Poly-lactic acid synthesis for application in biomedical devices - A review. *Biotechnology Advances*, 30(1), 321–328. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.06.019>
- Linden, G. and D. Lorient. 1996. *Bioquímica Agroindustrial: revalorización alimentaria de la producción agrícola*. Editorial Acribia, Zaragoza. España. 454 p.
- Liu, C., Liu, Y., Liao, W., Wen, Z., & Chen, S. (2004). Simultaneous production of nisin and lactic acid from cheese whey: Optimization of fermentation conditions through statistically based experimental designs. *Applied Biochemistry and Biotechnology - Part A Enzyme Engineering and Biotechnology*, 114(1–3), 627–638. <https://doi.org/10.1385/ABAB:114:1-3:627>
- Mehaia, M. A., & Cheryan, M. (1987). Immobilization of *Lactobacillus bulgaricus* in a hollowfiber bioreactor for production of lactic acid from acid whey permeate. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 14(1), 21–27. <https://doi.org/10.1007/BF02798495>
- Panesar, P. S., Kennedy, J. F., Knill, C. J., & Kosseva, M. (2010). Production of L(+) Lactic Acid using *Lactobacillus casei* from Whey. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53(1), 219–226. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132010000100027>
- Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 62(1), 4967–4982. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.04.011>
- Plessas, S., Bosnea, L., Psarianos, C., Koutinas, A. A., Marchant, R., & Banat, I. M. (2008). Lactic acid production by mixed cultures of *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Lactobacillus helveticus*. *Bioresource Technology*, 99(13), 5951–5955. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.10.039>
- Komesu, A., de Oliveira, J. A. R., Martins, L. H. da S., Maciel, M. R. W., & Filho, R. M. (2017). Lactic acid production to purification: A review. *BioResources*, 12(2),

- 4364–4383. <https://doi.org/10.15376/biores.12.2.4364-4383>
- Mai, T. K., Rodtong, S., Baimark, Y., Rarey, J., & Boontawan, A. (2018). Membrane-based purification of optically pure D-lactic acid from fermentation broth to poly(D-lactide) polymer. *Journal of Membrane Science*, 551, 180–190. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2018.01.046>
- Garavand, F., Razavi, S. H., & Cacciotti, I. (2018). Synchronized extraction and purification of L-lactic acid from fermentation broth by emulsion liquid membrane technique. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 39(9), 1291–1299. <https://doi.org/10.1080/01932691.2017.1396225>
- Roukas, T., & Kotzekidou, P. (1998). Lactic acid production from deproteinized whey by mixed cultures of free and coimmobilized *Lactobacillus casei* and *Lactococcus lactis* cells using fedbatch culture. *Enzyme and Microbial Technology*, 22(3), 199–204. [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(97\)00167-1](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(97)00167-1)
- Superintendencia Industria y Comercio. (2012). Estudios de Mercado, Análisis del Mercado de la Leche y Derivados Lácteos en Colombia (2008 – 2012). Superintendencia de Industria Y Comercio, (4), 1–51. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.111.243004>
- Fajardo, J. (2018). Los desafíos del sector lácteo colombiano Análisis. Retrieved from <https://www.portafolio.co/opinion/otros-columnistas-1/los-desafios-del-sector-lacteo-colombiano-analisis-517662#>
- Södergård, A., & Stolt, M. (2002). Properties of lactic acid based polymers and their correlation with composition. *Progress in Polymer Science (Oxford)*, 27(6), 1123–1163. [https://doi.org/10.1016/S0079-6700\(02\)00012-6](https://doi.org/10.1016/S0079-6700(02)00012-6)
- Ajioka, M., Enomoto, K., & K., S. (1995). The basic properties of poly lactic acid produced by the direct condensation polymerisation of lactic acid. *Journal of Environmental Polymer Degradation*, 3(4), 225–234. <https://doi.org/10.1007/BF02068677>
- E. Takiyama and T. Fujimaki (1994) *Plastics* 45(7), 71-76

Caracterización química y fitoquímica de las materias primas de un néctar hipocalórico a base de marañón (*Anacardium Occidentale* L.)

Amparo Luz Púa Rosado¹

José Luis Rodríguez Sánchez²

Amner Muñoz Acevedo³

Resumen

Durante las últimas décadas se ha observado el aumento de la presencia de enfermedades crónicas no transmisibles en la población colombiana, tales como la diabetes mellitus; una de las causas es el escaso consumo de una alimentación adecuada, por lo que organismos internacionales han formulado estrategias para fomentar estilos de vida saludables y aumentar el consumo de frutas y verduras. Colombia es considerado un país con amplia biodiversidad, más sin embargo, existen frutas exóticas tropicales, que están siendo subutilizadas, como el marañón (*Anacardium occidentale* L.). El objetivo fue realizar la caracterización química y fitoquímica de las pulpas de marañón, guayaba rosada (*Psidium guajava*), guanábana (*Annona muricata*) y zapote (*Calocarpum sapota*), como materias primas que serán utilizadas en la elaboración de un néctar hipocalórico. Para la determinación de los parámetros de calidad de las frutas, se procedió a la obtención de la pulpa, su acondicionamiento y análisis químico, luego se realizó el tamizaje fitoquímico en pulpas frescas y liofilizadas a partir de extractos acuosos y etanólicos; finalmente se realizó una prueba piloto para identificar la aceptación de tres mezclas binarias de las pulpas, como base para la elaboración de la bebida. Los resultados demostraron que la composición química de las frutas estudiadas se ajusta a la normativa colombiana; la presencia de fenoles, flavonoides y saponinas en algunas pulpas de frutas y que todas las mezclas binarias de pulpas de fruta fueron aceptadas (Marañón 75% -guayaba 25%, marañón 50%-guanábana 50%, marañón 75%-zapote 25%).

Palabras clave— Aceptación, fenoles, flavonoides, fructosa, néctar.

Abstract

During the last decades, has been an increase in the presence of chronic noncommunicable diseases in the Colombian population, such as diabetes mellitus. One of the causes is the low consumption of proper nutrition, accordingly international organizations have formulated strategies to promote healthy lifestyles and increase the consumption of fruits and vegetables. Colombia is considered a country with wide biodiversity, nevertheless, exist exotic tropical fruits, which are being little used, such as cashew nut (*Anacardium occidentale* L.). The objective was to achieve the chemical and phytochemical characterization of the cashew nut, pink guava (*Psidium guajava*), guanabana (*Annona muricata*) and zapote (*Calocarpum sapota*) pulp, as producer goods that could be used in the production of a hypocaloric nectar. To determine the quality parameters of the fruits, we proceeded to obtain the pulp, its conditioning and chemical analysis, then the phytochemical screening was performed on fresh pulps and lyophilized from aqueous and ethanolic extracts. Finally, a pilot test was carried out to identify the acceptance of three binary mixtures of the pulps, as a basis for the elaboration of the drink. The results showed that the chemical composition of the fruits studied are conforms to Colombian regulations; the presence of phenols, flavonoids and saponins in some fruit pulps and that all binary mixtures of fruit pulps were accepted (cashew nut 75% -guava 25%, cashew nut 50% -guanabana 50%, cashew nut 75% -zapote 25%).

Keywords— Acceptance, phenols, flavonoids, fructose, nectar.

¹ Nutricionista Dietista investigadora de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Interdisciplinario en Seguridad Alimentaria y Nutricional (GRIINSAN), Facultad de Nutrición y Dietética. Universidad del Atlántico, amparopua@mail.uniatlantico.edu.co

² M.S.C en Organización de Empresas. Doctor en Ciencias Sociales Jurídicas, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia de La Habana Cuba, joseluis.rodriguez.sanchez@urjc.es

³ Químico Puro. Doctor en Química. Docente Universidad del Norte, Grupo de Investigación en Química y Biología, amnerm@uninorte.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) constituyen un problema de salud pública y son causa de enfermedad y muerte en Colombia; dentro de estas ECNT figura la diabetes mellitus, teniendo su origen en la hipertensión arterial, la hiperglucemia, la hiperlipidemia, la obesidad y el sobrepeso, asociado a su vez con regímenes alimentarios no saludables, elevado consumo de grasas saturadas y azúcares, bajo consumo de frutas, verduras, granos integrales, cereales y legumbres (Robledo, 2010).

El marañón (*Anacardium occidentale* L.) es un fruto que se cultiva en la Orinoquía y en la región Caribe colombiana, su producción es 1000 t anuales (Universidad Jorge Tadeo Lozano); la industria colombiana se ha dedicado al aprovechamiento de la nuez (10 % de su peso), desaprovechando el 90% restante (Rodríguez et al., 2011).

En la composición química del marañón y en algunos productos derivados, se destaca su contenido de ácido ascórbico, carotenoides (Assuncao et al., 2003) flavonoides, glucosa, fructosa, sacarosa (Souza et al., 2007; Guerrero et al., 2008). Igualmente se han encontrado compuestos bioactivos en el marañón, guayaba, guanábana y zapote, tales como fenoles totales, antocianinas, flavonoides amarillos y β -carotenos (Ribeirao et al., 2014), lo que puede explicar el potencial nutracéutico y la aplicación en la industria alimentaria.

Dentro de algunos beneficios del marañón, relacionados con la salud y la diabetes mellitus se ha encontrado que el jugo aguado de marañón

disminuye el stress oxidativo (Leelayuwat et al., 2013), que la pulpa tratada con gelatina disminuye la glucosa en sangre (Romero et al., 2012), que una bebida funcional a base de marañón y yacón disminuye la glucosa en sangre y aumenta la catalasa en el hígado de ratas diabéticas (Dionisio et al., 2015). Igualmente se encontró bajo índice glucémico y baja carga glucémica en pulpas de marañón, guayaba, guanábana y zapote, concluyéndose que estas pulpas son saludables (Uchoa et al., 2015); el jugo de marañón reduce el daño de las células sanguíneas (Carvalho, 2015).

Con relación al desarrollo tecnológico se ha encontrado estudios sobre: cultivo de bacterias (De Araújo et al., 2009) y procesos enzimáticos (Silva et al., 2014) en jugos clarificados para producir oligosacáridos prebióticos; fermentación del jugo con *Saccharomyces cerevisiae* (Macedo et al., 2011); néctares filtrados y clarificados (Rodríguez et al., 2011); el sometimiento del residuo agroindustrial del marañón a presión y microfiltración (Pinto et al., 2012) y bebidas a base de la nuez (Alves et al., 2013).

De acuerdo a lo anterior, se observa que el marañón ha sido sometido a tratamientos que reducen su contenido de fenoles, por otra parte, en el comercio solo se encuentran productos para diabéticos a base de carbohidratos de digestión lenta. La Asociación Americana de diabetes (2014), recomienda la elaboración de suplementos dietéticos, con el uso de sustancias antioxidantes, especies y edulcorantes, para la población diabética (Fundación para la Diabetes, 2014).

El objetivo de esta fase del estudio fue realizar la caracterización química y fitoquímica de las pulpas de marañón, guayaba rosada (*Psidium guajava*), guanábana (*Annona muricata*) y zapote (*Calocarpum sapota*), como materias primas que serán utilizadas en la elaboración de una bebida.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Determinación de los parámetros de calidad de las pulpas de fruta.

Obtención de la materia prima: Las frutas enteras objeto de estudio, con madurez comercial, procedían de cosechas pequeñas de municipios aledaños a la ciudad de Barranquilla (Colombia), latitud 10.9878, longitud 74.7889 10°59'16", altitud 24 m, y de ventas en mercados públicos, fueron adquiridas en los meses de marzo a abril del 2017, debido a que esta es la temporada de cosecha.

Acondicionamiento de la materia prima: Las pulpas fueron obtenidas en el laboratorio de Bromatología de la Universidad del Atlántico, para esto fueron lavadas con agua tratada, se les retiró la piel y las semillas, se tararon en una balanza analítica marca OHAUS, se homogenizaron en licuadora Marca Oster, se filtraron con una malla o colador y fueron almacenadas a -4 °C en recipientes de vidrio ámbar, hasta el momento de la realización de los análisis.

Caracterización de pulpa: Se seleccionaron de manera aleatoria, muestras de pulpa de fruta de 100 g, las cuales fueron analizadas por triplicado, en el Laboratorio de Bromatología de La Universidad del Atlántico y en el Laboratorio de Fitoquímica de La Universidad del Norte

(Colombia). Se le determinó a cada pulpa, la concentración de sólidos solubles, acidez titulable, pH, proteínas, grasas, carbohidratos, fibra cruda, cenizas y humedad, con el fin de identificar su calidad. Los resultados se expresaron en porcentaje (base húmeda). La tabla 1 resume cada indicador físicoquímico estudiado, con su respectivo método y referencia.

Tabla 1.

Indicadores físicoquímicos analizados, método y referencia

Indicador	Método	Referencia
Concentración de sólidos solubles	Refractométrico	AOAC 1990
Acidez total	Volumétrico	AOAC 22.060
pH	Potenciométrico	NTC 1325
Proteínas	Kjeldahl	AOAC 2012
Grasas	Soxleth	AOAC 2012
Carbohidratos	Indirecto	AOAC 2012
Fibra bruta	Hidrólisis ácido básica	AOAC 2012
Cenizas	Incineración	AOAC 2012
Humedad	Gravimétrico	AOAC 2012

Fuente: Autor

Tamizaje fitoquímico: Se realizó un tamizaje fitoquímico a las pulpas de frutas objeto de estudio, en estado fresco y liofilizado, a partir de extractos acuosos y etanólicos, para obtener una identificación preliminar de los constituyentes biológicamente activos, presentes en las pulpas; se utilizaron los dos extractos para comparar la

acción extractiva de ambos solventes orgánicos. El procedimiento fue el siguiente:

1. Procesamiento del material vegetal: Las pulpas de frutas frescas fueron obtenidas en el laboratorio, mediante el mismo procedimiento utilizado para las pruebas de calidad. Las pulpas liofilizadas fueron obtenidas en un liofilizador Labconco, en el Laboratorio de Toxicología de la Universidad de Cartagena (Colombia).
2. Obtención de los extractos: Para la obtención de los extractos acuosos se mezclaron en un tubo de ensayo, aproximadamente de 2 a 3 g de muestra (pulpa fresca) con 2 mL de agua, se homogenizaron en un vortex. Para la obtención de los extractos etanólicos se mezclaron en un cónico, aproximadamente 10 mg de muestra (pulpa liofilizada) con 1 mL de etanol al 96 %, se sonicaron en un baño ultrasónico (Ultrasonic bath 1,9 L Fisher Scientific) por 10 min y se centrifugaron en un equipo EBA 20 Hettich Zentrifugen, por 3 min a 50 M-1.
3. Realización de la prueba de identificación de cada metabolito: La determinación del contenido de fenoles por el método de tricloruro férrico, consistió en agregar al extracto dos gotas de tricloruro férrico al 10 % el resultado se consideró positivo, si el extracto tomaba una coloración verde o un cambio en la coloración inicial (Carvajal et al, 2009).

La determinación del contenido de flavonoides se obtuvo por el test de Shinoda y la prueba de ácido sulfúrico; el test de Shinoda consistió en adicionar al tubo de ensayo que contenía el extracto, 0,5 g de magnesio en polvo y 2 gotas de ácido clorhídrico, finalmente se sometieron

los tubos de ensayo a una temperatura de 100 °C por 10 a 15 min, en un baño maría; el resultado se consideró positivo para glucósidos de flavonoides, si se presentaba una coloración rosa o carmesí; si se presentaba incoloro o una coloración rojo intenso, era positivo para flavonas, flavonoles, isoflavononas, isoflavonoides y xantonas (Natural Products Isolation, 2006). El test de ácido sulfúrico consistió en adicionar al tubo de ensayo que contenía el extracto, 2 gotas de ácido sulfúrico; el resultado se consideró positivo para flavonas y flavonoles, si se presentaba una coloración amarilla débil; si se presentaba una coloración roja a rojo azulada, era positivo para chalconas y auronas; si se presentaba una coloración naranja a rojo, era positivo para flavononas (Natural Products Isolation, 2006).

La determinación del contenido de saponinas se obtuvo mediante la prueba de la espuma, que consistió en agitar vigorosamente el extracto en un tubo de ensayo por 5 min y observar la espuma formada; el resultado se consideró positivo, si la espuma era estable, por lo menos por 30 min (Carvajal et al, 2009).

La determinación del contenido de taninos se obtuvo por el método gelatina-sal, que consistió en disolver en un tubo de ensayo 10 mg del extracto en 6 mL de agua destilada, dividir la solución en tres tubos prueba: en el tubo número 1, se adicionó solución de cloruro de sodio al 1 %; en el tubo número dos, se adicionó solución de gelatina al 5 % y en el tubo número tres, se adicionó solución de cloruro férrico al 10 %; la presencia de precipitado en el tubo número 2, se consideró positivo para la presencia de taninos (Natural Products Isolation, 2006). En todos los casos se realizó blanco.

Determinación de la aceptación organoléptica de mezclas de pulpa de marañón con pulpas de guayaba, guanábana y zapote.

Se realizó una prueba piloto (Emma Wittig De Penna, 2001) exploratoria con 35 jueces afectivos para conocer de manera preliminar la aceptación de las mezclas de frutas, para esto se suministró una muestra de 25 mL de tres mezclas de frutas, presentada en recipientes de 30 mL, con la utilización de agua para consumo, entre la prueba de una mezcla y otra. Las mezclas evaluadas fueron, mezcla 1 (Marañón 75 %-Guayaba 25 %), mezcla 2 (Marañón 75 %-Guanábana 25 %), mezcla 3 (Marañón 75 %-Zapote 25 %), para esto se empleó una prueba de aceptación rechazo, se determinó como mezclas aceptadas las que tuvieron los valores más altos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la caracterización de las pulpas de fruta se muestran en las tablas 2 y 3.

Los azúcares y los ácidos son componentes importantes relacionados con la calidad, debido a que aportan sabor y olor a las frutas y a sus derivados (Kulkarni et al., 2007) y se mezclan en una relación dulzura/acidez ($^{\circ}$ Brix/acidez), que son parámetros utilizados para evaluar la calidad de los jugos de frutas (Sulbarán, 2013).

Tabla 2.

Características fisicoquímicas de las pulpas de fruta n=3

Pulpa de fruta	Concentración de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix)	pH	Porcentaje de Acidez Total (Ácido cítrico % m/m)
Marañón	11,5 (0,02)	4,8 (1,68)	0,14 (0,02)
Guayaba rosada	5,0 (0,01)	3,9 (0,01)	0,56 (0,06)
Guanábana	10,0 (0,03)	3,7 (0,00)	0,73 (0,06)
Zapote costeño	12,0 (0,05)	4,4 (0,03)	0,16 (0,02)

Fuente: Autor

En la tabla 2, se observa que los valores obtenidos de concentración de sólidos solubles, pH y acidez total de las pulpas, se aproximan a los niveles óptimos para jugos, zumos y pulpas según la normativa colombiana, resolución 003929 del 2013 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013), los cuales son las siguientes:

Guayaba: 7,5 $^{\circ}$ Brix y 0,45 % de acidez total (% m/m de ácido cítrico)

Guanábana: 13 $^{\circ}$ Brix y 0,5 % de acidez total (% m/m de ácido cítrico)

Zapote: 13 $^{\circ}$ Brix y 0,2 % de acidez total (% m/m de ácido cítrico)

Los parámetros mencionados de marañón, no figuran en la normatividad colombiana; Sulbarán et al. 2013 reporta que el marañón presenta 12,74 $^{\circ}$ Brix, pH de 4,38 y 0,33 % de acidez titulable de ácido málico.

La pulpa de zapote presentó el más elevado contenido de sólidos solubles, lo que se puede

deber al aumento monosacáridos que se presenta como consecuencia de la hidrólisis de los polisacáridos (Ademir et al, 2002), le sigue el marañón; este contenido corresponde a la presencia de glucosa, fructosa y sacarosa de los frutos (Sulbarán et al. 2013).

La pulpa de marañón presentó los niveles de pH más elevados, lo que se puede deberse a que con la maduración, el pH sufre variaciones debido a hidrólisis de los ácidos orgánicos (Arthey y Asturst, 1996).

También se observa que la pulpa con mayor acidez es la de guanábana, lo que se relaciona con la poca aceptación que tuvo la mezcla binaria con esta pulpa (tabla 6).

Tabla 3.

Contenido de nutrientes de las pulpas de fruta base húmeda

n=3

	Marañón	Guayaba rosada	Guanábana	Zapote costeño
Proteína (%)	0,69 (0,15)	0,90 (0,06)	1,10 (0,20)	0,81 (0,15)
Grasa (%)	0,13 (0,03)	2,40 (0,03)	0,90 (0,10)	0,06 (0,01)
Carbohidratos (%)	12,85 (0,10)	31,72 (0,09)	23,50 (0,15)	23,52 (0,12)
Fibra bruta (%)	2,92 (1,37)	3,80 (0,01)	1,40 (0,04)	3,81 (1,49)
Cenizas (%)	0,49 (0,01)	0,60 (0,02)	0,50 (0,03)	0,97 (0,03)
Humedad (%)	88,74 (0,43)	60,50 (0,05)	72,50 (0,01)	74,63 (1,07)

Fuente: Autor

Como se puede observar en la tabla 3, las pulpas de fruta estudiadas no son atípicas, sus características químicas se ajustan a la normativa colombiana (Tabla de Composición química Colombiana, 2015), cuyos valores se observan en la tabla 4:

Tabla 4.

Contenido de nutrientes de las pulpas de fruta.

	Marañón	Guayaba rosada	Guanábana	Zapote costeño
Proteínas (%)	0,7(0,3)	0,9(0,0)	0,6(0,8)	0,4(0,0)
Grasas (%)	0,5(0,4)	0,3(0,3)	0,2(0,0)	0,1(0,0)
Carbohidratos (%)	10,5(3,2)	8,2(2,8)	5,9(7,0)	9,9(0,0)
Fibra bruta (%)	-	9,9(2,1)	0,8(0,4)	-
Cenizas (%)	0,4(0,1)	0,7(0,1)	0,3(0,3)	0,2(0,0)
Humedad (%)	87(1,7)	84,6(1,1)	92,1(8,3)	85,8(0,0)

Fuente: Tabla de Composición Química de Alimentos Colombianos, 2015

La tabla 5 muestra el tamizaje fitoquímico realizado a las pulpas de fruta, los extractos utilizados demostraron presencia de ciertos metabolitos secundarios, especialmente de naturaleza fenólica. El extracto etanolito demostró ser más extractivo que el extracto acuoso, no obstante el solvente acuoso es una alternativa viable, por su utilidad en formulaciones de bebidas, además de tener una buena capacidad de extracción de compuestos antioxidantes (Pardo et al, 2017).

Tabla 5.

Resultados análisis fitoquímicos preliminares en extractos acuosos de pulpas frescas (EA) y en etanólicos de (EE) de pulpas liofilizadas

n=3

Metabolito	Pulpa marañón		Pulpa guayaba rosada		Pulpa guanábana		Pulpa zapote costeño	
	EA	EE	EA	EE	EA	EE	EA	EE
Fenoles	++	+	++	+++	++	+++	++	++
Tricloruro férrico								
Flavonoides								
Test de Shinoda	-	-	-	-	-	-	-	+
Test de Ácido sulfúrico	-	+	-	+	-	-	-	-
Saponinas								
Espuma	-	-	+	-	-	-	-	-
Taninos								
Reactivo gelatina-sal	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Autor

Ausencia (-) Evidencia baja (+) Evidencia media (++) Evidencia alta (++++)

El ensayo para la determinación de fenoles, presentó resultados positivos para ambos extractos, principalmente en el etanólico de guayaba y guanábana, proporcionando la coloración verde indicada para esta prueba. El grupo de los fenoles se relaciona con la capacidad antioxidante, lo que les confiere a las pulpas estudiadas, potencialidades nutricionales y terapéuticas.

Dentro de los compuestos fenólicos, se encuentran los flavonoides, los cuales se lograron detectar en el extracto etanólico de zapote costeño, mediante el test de Shinoda, proporcionando una coloración rosa y en el extracto etanólico del marañón y la

guayaba, a través del test de ácido sulfúrico, proporcionando una coloración amarilla, lo que refleja la presencia de flavones y flavonoles. La no detección de flavonoides en todos los extractos, puede deberse a que la concentración de estos metabolitos, no fueron suficientes, para ser detectados por los métodos utilizados; sin embargo es bien conocido que se encuentran en el jugo de la fruta del marañón (Costa, M., 2003; Broinizi et al, 2007; Michodjehoun et al, 2009) en la guayaba (Fang Wang et al, 2014) y en las hojas de la guanábana (Arroyo et al, 2004).

Con relación al análisis de saponinas, el resultados del método de la espuma, fue positivo para el extracto acuoso de guayaba y negativo para todos los extractos etanólicos de las otras pulpas, lo cual puede deberse a que las saponinas son insolubles en solventes apolares, facilitando la extracción con solventes mas polares (Pardo et al, 2017), así como también puede deberse a la escasa presencia de estos metabolitos en las pulpas.

Los taninos mostraron resultados negativos en los diferentes extractos, lo que parece indicar que no existe presencia de estas sustancias, en las pulpas de frutas estudiadas; no obstante, en el caso del marañón, los taninos se encuentran principalmente en el pseudofruto o pedúnculo (Romero et al, 2012), un factor que influye en el tipo y concentración de taninos es la maduración del fruto (Pardo et al, 2017).

Los resultados de la prueba de aceptación de las tres mezclas binarias de pulpas de frutas, se presentan en la tabla 6.

Tabla 6.

Resultados prueba de aceptación o rechazo de mezclas de frutas

n=35

	Mezcla 1 (75:25)	Mezcla 2 (75:25)	Mezcla 3 (75:25)
Aceptación	27	20	24
Rechazo	8	15	11
Total	35	35	35

En la tabla 6 se observa que todas las mezclas son aceptadas; de acuerdo a la tabla de diferencia para pruebas simples, pareada de una cola o dúo trío, el mínimo número de aciertos con un margen de error del 0,05 % para 35 jueces es de 23 (Espinosa, 2016). Teniendo en cuenta que la mezcla 2 fue la de menor aceptación, se procedió nuevamente a evaluar la aceptación con las proporciones marañón 50 %-Guanábana 50 %, a 30 jueces consumidores, los resultados se muestran en la tabla 7.

De acuerdo a los resultados de la tabla 7 se infiere que la aceptación aumentó, al disminuir la proporción de pulpa de marañón y aumentar la de proporción de pulpa de guanábana, lo que se atribuye a la disminución de la acidez de la mezcla.

IV. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se pueden derivar las siguientes conclusiones:

Las pulpas de frutas objeto de estudio, demostraron presentar parámetros de calidad similares a las frutas de la región Caribe colombiana.

El tamizaje fitoquímico realizado a los extractos reportó presencia de fenoles en todas las pulpas de fruta; de flavonoides en marañón, guayaba y zapote de saponinas en guayaba y fue negativo para taninos.

Todas las mezclas binarias de pulpas de fruta fueron aceptadas (Marañón 75% 25-guayaba 25%, marañón 50%-guanábana 50%, marañón 75%-zapote 25%).

La mezcla binaria marañón 75%-guanábana 25%, tuvo mayor aceptación, cuando se disminuyó la proporción de marañón a 50% y se aumentó la proporción de guanábana a 50%, debido a la elevada acidez.

V. REFERENTES

- Ademir, J., Damasceno J. y Carvalho, F. (2002). Qualidade de pedúnculo de cajueiro-anão precoce cultivado sob irrigação e submetido a difrentes sistemas de condução e espaçamento. Rev. Bras. Frutic. 24(1).
- Arroyo, J.R., Ruez, E.R. y Bonilla P. L. (2004). Influencia de compuestos fenólicos y triterpenoides de Annona muricata más Krameria lappacea sobre el proceso inflamatorio crónico. Estudio preclínico y clínico. An Fac med, 65 Supl, 1:36.
- Arthey, D. y Asturst, P. (1996). Procesado de frutas. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.
- Association of Official Analytical Chemists. (1984). Official Method of Analysis, Washington DC.
- Association of Official Analytical Chemists. (1990). Official Method of Analysis, Washington DC.

- Broinizi, P.R., De Andrade-Wartha, E.R., Silva, A.M., Novoa, A.J., Torres, R.P. y Azevedo H.M. (2007). Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). *Cienc Tecnol Aliment Campinas*, 27(4), 902-908.
- Carvajal, R.B., Hata, U.Y., Sierra, M.N. y Rueda, N.D. (2009). Análisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de cupatá (*Strychnos schultesiana* Krukoff). *Revista Colombia forestal*, 12, 161-170.
- CODEX STAN 247-2005. Norma para general del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas.
- Costa, O.M., Arraes, M.E., Wilane de Figueiredo, R., Men de Sá M.F. y Montenegro, B.I. (2003). Storage stability of cashew apple juice preserved by hot fill and aseptic processes. *Cienc Tecnol Aliment Campinas*, 23, 106-109.
- Espinosa, J.M. (2016). Análisis sensorial. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria Félix Varela.
- Fang, Wang., Yong-Hong, Ch., Yu-Jie, Z., Gui-Fang, D., Zhi-Fei Z., An-Na Li, D. X. y Hua-Bin L. (2014). Chemical components and bioactivities of *Psidium guajava*. *International Journal of Food Nutrition and Safety*, 5(2), 98-114.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2005). Norma Técnica Colombiana 1325.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2015). Tabla de Composición Química de Alimentos Colombianos. Bogotá, Colombia.
- Kulkarni, A., Policegoudra, R. y Aradhya, S. (2007). Chemical composition and antioxidant activity of sapota (*Achras sapota* Linn). *Food Chem*, 93, 319-324.
- Michodjehoun-Mestres, L., Souquet, J.M., Fulcrand, H., Bouchut, C., Reynes, M. y Brillouet, J.M. (2009). Monomeric phenols of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.), *Food Chem*, 112(4), 851-857.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución número 003929 del 2013. Recuperado de: [file:///C:/Users/AMPARO/Downloads/Resolucion-3929-2013%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/AMPARO/Downloads/Resolucion-3929-2013%20(2).pdf)
- Natural Products Isolation. (2006). *Methods in Biotechnology*. Turkey. University of Ulster, Molecular Nature Limited, University of Strathclyde.
- Pardo, A., Matute, N., Echavarría, A. (2017). Determinación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Facsalud*, 1(1), 5-11.
- Romero R. M., Bravo H. A., Maury S.E., Estive F. E. (2012). Efectos del consumo de una bebida de caujil (*Anacardium occidentale* L.) sobre la respuesta glicémica e insulínica en pacientes con Diabetes mellitus Tipo 2. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 14(1), 11-21.
- Sulbarán, B., González, B. y Fernández, V. (2013). Caracterización química y actividad antioxidante del pseudofruto de caujil (*Anacardium occidentale* L.). *Rev. Fac. Agron.*, 30, 454-469.
- Wittig, E. (2001). Evaluación Sensorial: Una metodología actual para tecnologías de alimentos. Santiago de Chile, Chile.

Evaluación de un sistema de pastoreo utilizando fertilización química y orgánica con rotaciones de un día

Olarte-Pardo, Y.¹

Mendoza-Charris, M.D.²

Ibáñez-Prada, G.W³

RESUMEN

El presente informe pretende sintetizar el trabajo de investigación e innovación fue realizado en la finca el CANEY del SENA Sabanalarga, Centro para el desarrollo Agropecuario y Agroindustrial el trabajo busca evaluar la implementación de un sistema de producción intensiva de leche basado en pasturas y suplementación estratégica, con pasto M ar. Mombasa que promueva el consumo de materia seca y el incremento de la producción de leche.

El estudio se realizó en el Departamento del Atlántico, municipio de Sabanalarga a 4 km de la cabecera urbana. Se hizo uso de 1.6 hectáreas contiguas al establo de ganadería cuya área fue dividida en dos (2) lotes de pasto divididos por una manga de repartición. Dicha área fue referenciada y luego subdividida en 24 piquetes de 660 m² con sistema de irrigación para una rotación pastoril de 24 días, 1 día de utilización y 23 días de descanso, se realizó un protocolo de fertilización en potreros, se manejó gallinaza como abono orgánico y urea como abono químico, se hicieron estudios para mirar la eficiencia de cada uno de los tratamientos, las variables del estudio se agruparon según producción de forraje verde, producción de materia seca (MS), producción de leche kg/vaca/día, grasa y proteína en leche, parámetros edáficos.

Palabras clave—: *aforo, biomasa, data flow, intensivo, forrajes.*

ABSTRACT

This report aims to synthesize the work of research and innovation was carried out on the farm the SENA CANEY Sabanalarga, Center for Agricultural and Agroindustrial Development work seeks to evaluate the implementation of a system of intensive milk production based on pastures and strategic supplementation, with grass M ar. Mombasa that promotes the consumption of dry matter and the increase of milk production. The study was conducted in the Department of the Atlantic, municipality of Sabanalarga, 4 km from the urban capital. Use was made of 1.6 hectares contiguous to the cattle ranch whose area was divided into two (2) lots of grass divided by a distribution sleeve. This area was referenced and then subdivided into 24 pickets of 660 m² with irrigation system for a pastoral rotation of 24 days, 1 day of use and 23 days of rest, a fertilization protocol was carried out in paddocks, poultry manure was managed as organic fertilizer and urea as chemical fertilizer, studies were made to look at the efficiency of each of the treatments, the study variables were grouped according to green forage production, dry matter production (DM), milk production kg / cow / day, fat and protein in milk, edaphic parameters.

Keywords— *gauging, biomass, data flow, intensive, forages*

¹ Ingeniería Zootecnista, Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente (GIPAMA)Sabanalarga, Atlántico, yazolarte@misena.edu.co

² Médico Veterinario y zootecnia. Esp. En epidemiología, Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente (GIPAMA), Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO), mmariod@misena.edu.co.

³ Instructor SENA-Médico Veterinario y Zootecnia. Esp. Producción Bovina Tropical, Grupo de Investigación para el Mejoramiento de la Producción Primaria, Agroindustria y Medio Ambiente (GIPAMA)Sabanalarga, Atlántico, gwibañez@misena.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

En Colombia las ganancias en las ganaderías de producción de leche comerciales son muy bajas debido al tipo de animales y al sistema de producción que son utilizados por los ganaderos, a lo largo de los últimos años se han observado algunas tendencias de cambio en la estructura de la producción, que evidencian las ineficiencias propias del sector agropecuario departamental, las cuales igualmente se manifiestan a nivel nacional. (FEDEGAN, 2018)

Con los tratados de libre comercio firmados por el país, se hace imperante el incremento de la productividad, la reducción de los costos de producción, el mejoramiento sanitario, esto para garantizar el acceso a exportaciones, pero sobre todo a brindar a los ganaderos oportunidades para mejoramiento de la calidad de vida. (FEDEGAN, Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán)- Fondo Nacional del Ganado, 2014)

El 70% de los predios en el departamento tienen menos de 50 animales, un 14,4% entre 51-100 animales y un 11,2% de 101 – 250 animales, es decir, que es una ganadería predominantemente de pequeños y de medianos productores.

El departamento cuenta con 3.200 predios destinados a la producción de leche, que equivale a un 70% del total de predios activos en ganadería. En un muy alto porcentaje, estas empresas agropecuarias son informales, carentes de sistemas de gestión básicos y altos niveles de informalidad. (Lider, 2019)

En el atlántico los medianos y pequeños productores de leche se encuentran en desventaja

por los altos costos de producción, baja productividad, predomina el doble propósito, no hay tecnificación bajo control sanitario, malas prácticas de ordeño, estacionalidad climática.

Los sistemas de producción de ganado, tanto en el Atlántico como en otras regiones, por lo general tienen como fuente de alimentación principal los pastos. En la mayoría de los casos, los pastos no son capaces de suplir las necesidades básicas de los animales, influyendo esto en el rendimiento de los mismos. Esta situación se da porque los recursos utilizados no presentan la suficiente calidad nutricional y cantidad de producción para obtener mejores resultados.

Existen ciertos problemas con respecto a los pastizales, que tienen que ver con el manejo, así como con desconocimiento de la especie utilizada, esto genera un uso inadecuado de los pastos, impidiendo llegar a resultados óptimos de producción. A esto se adjunta la carencia de nutrimentos existente a nivel de suelo, la irregularidad de las precipitaciones y la utilización de especies no adaptadas a las condiciones presentes. Los factores anteriormente mencionados causan escases de materia seca en los forrajes en ciertas épocas de año.

En relación con lo anterior la producción de forrajes de forma técnica se convierte en una herramienta primordial a la hora de generar el alimento para los bovinos durante todo el año. Esta investigación resume todos los aspectos agronómicos y zootécnicos, desde el pastoreo hasta la cosecha mecánica. La aplicación cuidadosa de estas recomendaciones contribuirá al mejoramiento de los indicadores de eficiencia y las persistencias en el uso del suelo, se debe

cambiar la mentalidad para romper paradigmas de que solo se invierte a ganaderas de alta genética o de leche.

II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

A. Tratamientos evaluados

La investigación será de tipo experimental por la asignación con repeticiones medidas en el tiempo equivalente a dos tratamientos de Fertilización Orgánica e inorgánica, Fertilización orgánica + Urea. Para los tratamientos se realizarán 4 ciclos de pastoreo para 24 piquetes en cada tratamiento equivalente a 96 repeticiones y con trabajo de recolección en campo para medir los parámetros del establecimiento y producción del forraje.

B. Localización

El estudio se hará en la Finca El Caney del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA en la Regional Atlántico, municipio de Sabanalarga a 4 km de la cabecera urbana. Geográficamente se ubica en el Bosque Seco Tropical (Humboldt, 2014) caracterizado por una fuerte estacionalidad lluviosa, temperatura promedio anual de 28°C y una Humedad relativa del

80%, con plantas caducifolias entremezclada con sabana natural.

C. Área experimental

Se hará uso de 1.6 hectáreas contiguas al establo de ganadería cuya área será dividida en dos (2) lotes de pasto divididos por una manga de repartición. Dicha área será referenciada y luego subdividida en 24 piquetes de 660 m² en promedio con sistema de irrigación para una rotación pastoril de 24 días, 1 día de utilización y 23 días de descanso.

D. Variables de estudio

Las variables del estudio se agruparon según producción de material verde, materia seca (MS), consumo de MS por vaca /día, producción de leche kg/vaca/día, contenido de sólidos totales en leche, tipo de fertilización, parámetros edáficos.

III. RESULTADOS

La producción de biomasa presentó comportamientos diferentes entre una valoración y otra, la cual se atribuye a las oscilaciones en precipitaciones entre un mes y otro, lo que si se

Tabla 1

Producción de F. V Oferta de materia fresca de Panicum maximun var. Mombasa durante ciclos de pastoreo

Fecha de inicio	Fecha terminado	Hora	Bmuestra	f.v promedio	Producción por potrero	Insumo promedio día	Consumo x vaca
12-Jul-17	30-Non-17	8:AM	3	0,922	608 KG/potrero		57,2KG
13-Jul-17	01-Dic-17	2:PM	3	0,35		572KG/DIA/10VA-CAS	

Fuente: Formatos de estimación de aforos. Finca caney

evidencio fue la producción de f.v promedio por metro cuadrado fue de 0,922 Kg, y el consumo f.v por animal fue de 57 kilos / día.

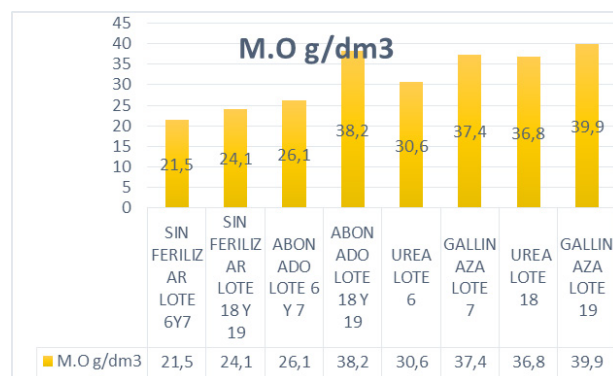
Tabla 2

Producción de materia seca durante el estudio

PRODUCCION DE MS	
PROMEDIO POR POTRERO	608 KG/MS
PRODUCCION DE MS 29%	
PROMEDIO	115 kg/ DIA/ POTRERO

Fuente: resultados de bromatología. Ing. YACERIS MERCEDES CASTRO ESCORCIA

En cuanto al porcentaje de MS, se encontró un promedio de 29% en períodos de descanso de 25 días, lo cual se encuentra por encima de lo reportado por Rodríguez, 2009, (5), cuyos porcentajes varían entre 21 y 29% entre los 10 y 60 días.

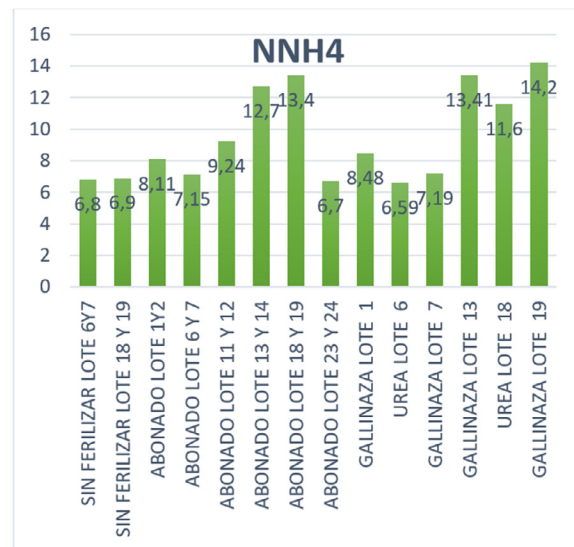


Grafica 1. Producción de Materia orgánica en lotes con fertilización orgánica con gallinaza y con nitrógeno ureico.

Fuente: Estudios de suelo. COOGRUPAR PBA

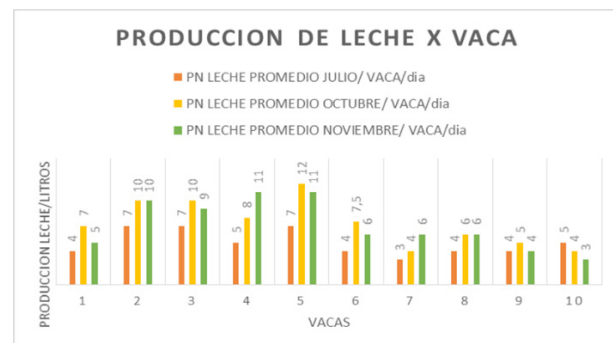
Al analizar las muestras de suelo fertilizadas con gallinaza y con urea, se observó un mayor porcentaje de materia orgánica en lotes fertilizados con gallinaza (39,9%) comparado con el uso de fuentes nitrogenadas (36,8%).

Valorar producción de leche con relación a variables de calidad.



Grafica 2. Producción de amoniaco en suelos

Fuente: Estudios de suelo. COOGRUPAR PBA
Como vemos en la gráfica los potreros que fueron fertilizados con gallinaza son los que poseen el pico más alto en concentración de amoniaco en suelo, lo que indica más contenido de nitrógeno en suelo este compuesto ayuda al que la planta se desarrolle más rápidamente.



Grafica 3. Producción de leche vaca/día en lote de animales en pastoreo en rotación de panicum maximun.

Fuente: Sistema Data Flow Finca El Caney

Tabla 3.

Sólidos totales (%) presentes en muestras de leche de animales en el estudio.

SOLIDOS TOTALES (%)	SOLIDOS TOTALES (%)	SOLIDOS TOTALES (%)
13,47	13,2	13,47
13,48	12,96	14,25
13,45	11,73	14,12
13,45	11,75	14,45
13,46	13,18	14,35
13,4	10,39	14,23
13,46	12,9	14,51
Septiembre	Octubre	Noviembre

Fuente: laboratorio CEDAGRO

Tabla 4

Sólidos totales (%) presentes en muestras de leche de animales en el estudio.

SOLIDOS TOTALES (%)	SOLIDOS NO GRA- SO (%)	ACIDEZ (%) de Ácido láctico)	GRASA (%)	PROTEI- NAS (%)
13,47	7,5	0,17	5,82	3,08
14,25	7,51	0,18	5,98	3,05
14,12	7,49	0,15	6	3,08
14,45	7,52	0,25	6,9	3,04
14,35	7,52	0,16	6,8	3,07
14,23	7,54	0,19	6,2	3,08
14,51	7,52	0,17	6,91	3,08

Fuente: laboratorio CEDAGRO

Al analizar las variables de producción de leche, en el Cuadro 4 se observa un aumento en producción de leche para el mes de octubre y noviembre de 8 de los 10 animales, con un aumento de 1 animal solo para el mes de octubre y disminución para 1 animal en los 3 períodos.

En cuanto a composición de leche, en el cuadro 5, se observan las 7 mediciones realizadas entre el mes de septiembre y noviembre, con un aumento en 6 de las mediciones en el porcentaje de sólidos totales por encima de 1 punto porcentual entre 13,45 a 14,2, lo cual respalda el incremento en la valoración de MS y los valores tomados desde el contenido de materia orgánica de los suelos muestreados.

Diseñar protocolo de prácticas agronómicas de manejo de unidad de potreros.

Se elaboraron cartillas relacionadas con el establecimiento y manejo de praderas bajo irrigación, que incorporan las prácticas de selección de la especie, la mecanización, el cálculo del aforo y el manejo frente a las enmiendas y fertilización. En el presente trabajo se abordó la fertilización con gallinaza procedente de aves reproductoras y con nitrógeno ureico comercial de acuerdo a los estudios de suelo.

IV. CONCLUSIONES

1. La producción de forraje verde por metro cuadrado utilizando pastoreo de un día, aumentó en comparación con los registros de años anteriores de la finca el Caney, además la producción obtenida es suficiente para mantener a 10 vacas.

2. La materia seca según los resultados en laboratorio aumento 4 puntos según literatura referenciada, esto importante para la nutrición de las vacas pues al tener mayor materia seca mayor nutrición animal.
3. Se encontró un mayor porcentaje de materia orgánica en lotes fertilizados con gallinaza.
4. Hubo un aumento en la producción de leche.
5. El porcentaje de sólidos totales en la composición de leche aumentó 1 punto porcentual, lo cual respalda el incremento en la valoración de MS y los valores tomados desde el contenido de materia orgánica de los suelos muestreados, pues estos son indicadores de una buena nutrición en el animal, de allí la mejor calidad de la leche.
6. Limitaciones del Estudio Se considera que no se podrán hacer comparaciones con estudios de referencia para la ciudad de Sabanalarga o similares en la región ya que no se identifican estudios sobre esta temática en el nivel local.

V. REFERENCIAS

- AGROMEAT. (22 de JUNIO de 2018). AGROMEAT. Obtenido de AGROMEAT: <http://www.agromeat.com/61049/ranking-de-superficies-cultivadas-en-el-mundo>
- Arias, N. (2015). La mayor parte de la tierra que es cultivable a nivel mundial está en América Latina. La Republica, 1.
- ASIESMONJAS.COM. (2014). MECANIZACION AGRICOLA. Obtenido de <http://de-finicion.blogspot.com/2014/03/mecanizacion-agricula.html>
- ATLANTICO, G. D. (2016). plan de desarrollo atlantico. Obtenido de GOBERNACION DEL ATLANTICO.
- CORDOBA, G. F. (1985). PASTOS Y FORRAJES . BOGOTA: SENA.
- Duggan, M. T. (30 de JUNIO de 2016). FERTILIZANDO.COM. Obtenido de FERTILIZANDO.COM: <http://www.fertilizando.com/articulos/Analisis%20de%20Suelo%20-%20Herramienta%20Clave.asp>
- Famanía, B. C. (3 de noviembre de 2016). Productividad de Panicum maximun. Obtenido de Productividad de Panicum maximun: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5926/1/CPA-2016-T019.pdf>
- FAO. (20 de junio de 2013). Obtenido de Las tierras de pastoreo y su importancia: <http://www.fao.org/docrep/X5320S/x5320s03.htm>
- FAO. (08 de JUNIO de 2017). ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA. Obtenido de ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA: <http://www.fao.org/animal-production/es/>
- FAO. (2017). PRODUCCION ANIMAL. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA, 1.
- FEDEGAN. (12 de JUNIO de 2014). Obtenido de <file:///C:/Users/hp%20A6/Downloads/13.PlanCundinamarcaFINAL.pdf>
- FEDEGAN. (15 de JUNIO de 2018). Obtenido de <http://www.fedegan.org.co/programas/ganaderia-colombiana-sostenible>
- FEDEGAN-FNG, C. d. (2013). Planeación forrajera, herramienta esencial para la nutrición bovina. CONTEXTO GANADERO, 1.

- Intagri. (2014). Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas. Intagri. Obtenido de <https://www.unioviado.es/bos/Asignaturas/Fvca/seminarios/Seminariosuelo.doc>
- LEONARD, D. (2 de DICIEMBRE de 1981). La preparación de la tierra para el cultivo. Obtenido de La preparación de la tierra para el cultivo: <http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/pc/m0035s/m0035s00.htm#Contents>
- lópez*, J. E. (1992). A lgunos conceptos sobre. Bogotá: Universidad de la Salle.
- LOPEZ, M. R. (5 de mayo de 2009). PDF] RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DEL ... - Repositorio TEC. Obtenido de PDF]RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DEL ... - Repositorio TEC: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3946/Rendimiento%20y%20valor%20nutricional%20del%20pasto%20Panicum%20maximum%20CV%20mombaza%20a%20diferentes%20edades%20y%20alturas%20de%20corte.pdf?sequence=1>
- NACIONAL, U. (22 de MAYO de 2014). AGENCIAS DE NOTICIAS UNAL, EDU,CO. Obtenido de AGENCIAS DE NOTICIAS UNAL, EDU,CO: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/ganaderia-sigue-ganandole-tierra-a-los-cultivos.html>
- org, c. d. (2017). <https://es.climate-data.org/location/50317/>. Obtenido de <https://es.climate-data.org/location/50317/>
- PENICHE, T. B. (2014). Establecimiento de los pastos Mombasa (*Panicum maximum*) y. sagarpa, 2.
- Santos, S. (2016). Sembrar semillas de pasturas para el ganado, todo un cuento. contexto ganadero, pág. 1.
- SENA. (1985). PASTOS Y FORRAJES DE CLIMA CALIDO Y MEDIO. Bogota, Cundinamarca, Colombia: SENA.
- Serrano, J. (2015). Sistemas de pastoreo. prosegan, 1.
- TECNOLÓGICO, I. N. (5 de JULIO de 2016). pastos y forrajes - JICA. Obtenido de pastos y forrajes - JICA: https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku-57pq0000224spz-att/Manual_de_Pastos_y_Forrajes.pdf
- Viera, G. E. (2015). Algunos problemas y oportunidades de los sistemas bovinos de producción. MASKANA, 1er CONGRESO INTERNACIONAL DE PRODUCCIÓN ANIMAL ESPECIALIZADA, 1.

Obtención de una mezcla de harinas panificable a partir de tubérculos yuca (Arizona) y ñame (Dioscórea Alta) cultivados en el departamento del Atlántico

Enedys Flórez Cortes¹

Yaceris Castro Escorcia²

Teresa Altamar Pérez³

Angie Machacón Zafra⁴

RESUMEN

Las harinas son un producto obtenido de cereales y tubérculos, son fuente de carbohidratos que aportan nutrientes a la dieta humana. Para satisfacer la demanda de las industrias panificables se presenta la necesidad de obtener harinas de tubérculos como la yuca y el ñame. El objetivo, es obtener mezcla de harinas panificables a partir de Yuca y Ñame. La metodología partió de un diseño experimental, en donde se realiza la obtención de las harinas de yuca y ñame aplicando la técnica de deshidratación, analizando parámetros como tiempo y temperatura. Luego la molienda y tamizado logrando harina de granulometría muy fina. Se aplicó temperatura de 60°C por 6 horas hasta alcanzar una humedad entre 10% - 13%. Se determinaron formulaciones a través de un diseño factorial (33); con (6) tratamientos tomados de forma aleatoria, donde se establecen temperatura de deshidratación, humedad y tamaño de partículas. El tratamiento con mejor comportamiento corresponde a temperatura 60°C; Humedad 10%; tamaño de partículas 60 micras; Grado de aceptabilidad 85%. Las muestras fueron sometidas a un panel sensorial por medio de una escala hedónica, siendo la formulación, harina de ñame 50%; harina de yuca 50%; polvo para hornear 1%; azúcar 25%; vainilla 0,5%; canela 0,02%. Los análisis fisicoquímicos arrojaron parámetros aceptables Cenizas 0,95%; Grasas 0,4%; Humedad 9%; Carbohidratos 35%; Proteínas 0,8%; Fibra 1,6%; pH 5,5. Los microbiológicos fueron: Mesófilos 12 UFC/g; Coliforme en placa <2 UFC /g; Staphylococcus aureus coagulasa positiva <10 UFC/g; Mohos y levaduras 0 UFC/g; Bacillus cereus 0 UFC/g, permitido para consumo.

Palabras clave— Harinas, deshidratación, productos panificables, tubérculos.

ABSTRACT

Flours are a product obtained from cereals and tubers, are a source of carbohydrates that provide nutrients to the human diet. To meet the demand of the breadmaking industries, there is a need to obtain tuberous flours such as cassava and yam. The objective is to obtain a mixture of bread flour from Yuca y Ñame. The methodology started from an experimental design, where the yucca and yam flour was obtained by applying the dehydration technique, analyzing parameters such as time and temperature. Then the grinding and sieving achieving flour of very fine granulometry. Temperature of 60 ° C was applied for 6 hours until reaching a humidity between 10% - 13%. Formulations were determined through a factorial design (33); with (6) treatments taken at random, where dehydration temperature, humidity and particle size are established. The treatment with better behavior corresponds to temperature 60 ° C; Moisture 10%; particle size 60 microns; Degree of acceptability 85%. The samples were subjected to a sensory panel by means of a hedonic scale, the formulation being 50% yam flour; 50% cassava flour; baking powder 1%; 25% sugar; vanilla 0.5%; cinnamon 0.02%. The physicochemical analysis yielded acceptable parameters Ash 0.95%; Fat 0.4%; Humidity 9%; Carbohydrates 35%; Proteins 0.8%; Fiber 1.6%; pH 5.5. The microbiologicals were: Mesophilic 12 CFU / g; Coliform on plate <2 CFU / g; Staphylococcus aureus coagulase positive <10 CFU / g; Molds and yeasts 0 CFU / g; Bacillus cereus 0 CFU / g, allowed for consumption.

Keywords— Flours, dehydration, bread products, tubers.

¹ Grupo de Investigación Gipama, SENA, CEDAGRO, Reginal Atlantico, Colombia, eflorez8@misena.edu.co

² Grupo de Investigación Gipama, SENA, CEDAGRO, Reginal Atlantico, Colombia, ymcastro@misena.edu.co

³ Grupo de Investigación Gipama, SENA, CEDAGRO, Reginal Atlantico, Colombia, teresa.altamar@misena.edu.co

⁴ Grupo de Investigación Gipama, SENA, CEDAGRO, Reginal Atlantico, Colombia, machazafraangie.01@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

En Colombia se presenta actualmente un agudo y creciente desbalance entre la producción de trigo y la demanda del grano para proveer las necesidades internas de producción de harina de trigo para uso en panificación. Las principales causas son la falta de tierras adecuadas para el cultivo del cereal, los rendimientos relativamente bajos comparados con otros que ofrecen mayor rentabilidad, lo cual sólo se ha podido compensar mediante la importación del cereal en grandes cantidades y a precios que van en aumento, lo que ha generado costosas salidas de divisas del país y por ende se ha visto afectada la industria panificable al generarse una crisis por el alto costo de la materia prima. Actualmente se han llevado a cabo diferentes investigaciones para la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de otros cultivos como yuca, arroz, maíz, sorgo, millo, etc. (Henao & Aristizabal, 2009)

Las raíces y tubérculos son especies con alto potencial en la industria gastronómica, por tal motivo, es importante utilizar tecnologías de transformación que permitan obtener una mayor diversidad de estos. Un producto derivado de esta transformación son las harinas, las cuales son fuente de carbohidratos que se obtienen a partir de cereales, tubérculos y raíces y plátano. Éstos son empleados para la obtención de distintos productos de panadería y repostería, y generalmente aportan un valor nutritivo de importancia para la dieta humana. Desde el punto de vista técnico, se ha demostrado que se puede producir pan con características comparables a las del pan de trigo, utilizando formulaciones en las que la harina de trigo se ha sustituido entre 5-15%.

(Quiñones, Hernández, Corzo, & Torres, 2016; Henao & Aristizabal, 2009)

La yuca (*Manihot esculenta*) y el ñame (*Dioscorea* sp) son productos característicos de la región caribe y forman parte de la dieta diaria de las personas que viven en estas regiones. El ñame se destaca el almidón el cual es capaz de mantener los valores de viscosidad estables en altas temperaturas y bajos valores de pH, el contenido de amilosa se encuentra en un 28,50%, para el ñame se mencionan valores pico de viscosidad de 781, 756 y hasta 1282 BU (Unidades Brabender) y su temperatura de gelatinización es de 70,8 °C. En cuanto a la yuca el contenido de amilosa está entre el 20,01% a 20,47%, la amilopectina entre el 79,53% a 79,99%, la viscosidad se halla en 600 BU (Unidades Brabender), para la temperatura de gelatinización esta presenta variaciones de 49 a 64 °C ó de 62 a 73 °C. Por tal motivo conociendo todas estas características del ñame y la yuca y con el fin de contribuir a disminuir la problemática existente en la industria panificable el presente trabajo tiene como objetivo obtener mezcla de harinas panificables a partir de tubérculos yuca (arizona) y ñame (*dioscorea alata*) cultivados en el departamento del Atlántico, para destacar las propiedades presentes en la harina de cada uno de estos tubérculos y destacar su utilización en la elaboración de productos panificables. (Quiñones, Hernández, Corzo, & Torres, 2016; Vargas & Hernández, 2013)

II. METODOLOGÍA

A. Tipo de investigación.

Teniendo en cuenta los objetivos y procedimientos esta investigación es de tipo descriptiva ya que consiste en llegar a conocer las situaciones y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades o procesos. En el presente trabajo se aplica cuando se tiene en cuenta todos los procedimientos para determinar los parámetros para la obtención de las harinas (Cooperación en Red Euro Americana para el Desarrollo Sostenible (CREADESS)., 2012).

De igual manera se enmarca dentro de la investigación de tipo experimental teniendo en cuenta los descrito por Alonso et al., (2009) al describir que en este enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente).

B. Población.

Aprovechando las propiedades de las harinas de yuca y ñame, estos productos pueden ser consumidos por cualquier tipo de personas especialmente aquellas que presentan intolerancia al gluten.

C. Variables a controlar

En la elaboración de mezclas para productos panificables a partir de harinas de yuca y ñame se tendrán en cuenta las siguientes variables durante el proceso temperatura, tiempo, humedad, características organolépticas.

D. Fases de la investigación

Fase I. Obtención de harina de ñame y yuca.

En esta fase se determino el diagrama de proceso para la deshidratación de la yuca y el ñame, teniendo en cuenta parámetros como tiempo y temperatura. Para posteriormente pasar a la molienda y luego al tamizado para lograr una harina de granulometría muy fina. Con el objetivo de caracterizar las muestras de harina determinando humedad y granulometría de las muestras.

Fase II. Estandarizar formula de la mezcla de harina de yuca y ñame para productos panificables.

En esta fase se analizaron diversas formulaciones para obtener una mezcla de harina de yuca y ñame que cumpla con las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas para este tipo de producto. Se llevó a cabo un proceso que permitió identificar las variables a controlar para elaborar y preparar una mezcla que pueda ser utilizada en productos panificables.

En cada formulación se varió las proporciones de los ingredientes con el fin de alcanzar los parámetros fijados por las normas técnicas, este caso la norma de referencia fue NTC 1241 Productos de molinería.

Para esta formulación se establecieron los siguientes factores de estudio:

Factor A (tamaño de partículas): 60 (TP1);70 (TP2);90 (TP3)

Factor B (temperatura de deshidratación ° C): 50 (TD1); (TD2);20 (TD3)

Factor C (Humedad): 8% (H1);10 % (H2);12% (H3)

Para el desarrollo de la elaboración de la Mezcla lista para productos panificables se realizó un diseño experimental factorial (33); donde el tres de la base indica que cada factor tomara tres valores y el exponente 3 indica que se estudiaran tres factores. Para este diseño se definieron las variables A, B y C.

Fase III. Análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial.

Las mezclas listas para productos panificables fueron sometidas a un análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial, las cuales se llevaron a cabo en el laboratorio del SENA, basadas en lo establecido por la NTC 1241 para Productos de molinería, las pruebas fisicoquímicas que se realizaron fueron determinación de grados Brix, determinación de pH, Humedad, Proteína.

Para las pruebas microbiológicas se realizaron recuento de mesófilos, coliformes, recuento de Mohos y levaduras, Escherichia coli como lo estable la norma técnica.

Finalmente, para medir el nivel de aceptación se organizó un panel constituido por 20 jóvenes aproximadamente en edades de 18 – 25 años, donde se evaluará la aceptación del producto por medio de una Prueba de Preferencia y Aceptación en una escala hedónica, basándonos en niveles de significancia.

Teniendo como parámetro para evaluar los siguientes ítems planteados en una encuesta con los siguientes mecanismos de valoración: Me gusta bastante: 5, Me gusta ligeramente: 4, Ni me gusta ni me disgusta: 3, Me disgusta ligeramente: 2, Me disgusta bastante: 1

III. RESULTADOS

A. Obtención de harina de ñame y yuca

El diagrama de flujo descrito en la figura 1, permite observar el proceso requerido para la obtención de las harinas de yuca y ñame, en este se logran identificar las respectivas etapas que deben llevarse a cabo para el desarrollo del producto.

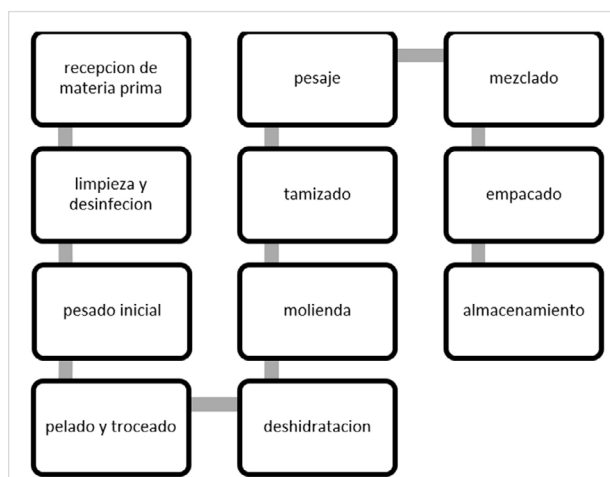


Figura 8. Proceso para la obtención de la harina de yuca y ñame

1) Descripción del proceso

Recepción de materia prima: se inicia el proceso seleccionando las materias primas que se encuentren en mejor estado libres golpes, magulladuras.

Limpieza y desinfección: los tubérculos son sometidos a un proceso de lavado con una solución de hipoclorito de sodio a 40ppm.

Pelado y troceado: los tubérculos fueron pelados y sumergidos en rodajas de 1.0 cm en una solución de ácido ascórbico al 0.5%.

Deshidratación: la deshidratación se llevó a cabo a una temperatura de 60°C por 6 horas

hasta alcanzar una humedad entre 10% - 13%.
Molienda: la yuca y el ñame luego de la deshidratación fueron sometidos a un proceso de molienda.

Tamizado: posteriormente la harina obtenida se tamizo en mallas finas de 0.020 mm a 0.027 mm.

Pesaje: se pesan los ingredientes como harina de yuca, harina de ñame, polvo de hornear, azúcar, sal y huevo en polvo.

Mezclado: se hace un mezclado homogéneo de todos los ingredientes involucrados en el proceso.

Empacado: se almacena en bolsas con material laminado (polietileno y aluminio)

Almacenamiento: se almacena el producto a temperatura ambiente.

2) *Tratamientos aplicados a las mezclas de harinas de yuca y ñame.*

Para determinar el tratamiento adecuado que se aplico a la Mezcla lista para elaborar productos panificables, se seleccionaron 6 pruebas, resultantes de la combinación de factores de estudio. Los tratamientos se detallan a continuación.

Tabla 1.

Tratamientos aplicados a las mezclas listas para elaborar productos panificables

Materia Prima	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Harina de ñame	60%	35%	50%
Harina de yuca	40%	65%	50%
Polvo para hornear	2%	2%	1%
Azúcar	25%	25%	25%
Vainilla	0,5%	0,5%	0,5%
Canela en polvo	0,2%	0,2%	0,2%

Fuente: Autores

El tratamiento que obtuvo mejor comportamiento en cuanto a la aceptabilidad y cumplimiento de parámetros técnicos fue el N° 5.

B. Formulación de la mezcla de harina de yuca y ñame para productos panificables.

Para lograr una formulación optima de la mezcla lista para elaborar productos panificables, se plantearon tres tipos de formulaciones.

Tabla 2.

Porcentaje de materia prima utilizado en cada formulación

Parámetro	Tto 1	Tto 2	Tto 3	Tto 4	Tto 5	Tto 6
Tamaño de partículas (°C)	60	70	90	70	60	90
Temperatura de deshidratación (°C)	50	55	60	55	60°C	50
Humedad	8%	10%	12%	12%	10%	8%
Grado de aceptabilidad	68%	76%	80%	78%	85%	75%

Fuente: Autores

La formulación que obtuvo mejor aceptabilidad fue la N°3, la cual fue la más aceptada en la evaluación sensorial de los panelistas.

C. Análisis de las mezclas listas de harina de yuca y ñame

1) Análisis sensorial

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza para la determinación de diferencias significativas entre muestras.

Para que se puedan considerar un valor del 5%, los valores F calculados deben ser superiores a los valores F tabulados. Dado que el valor F calculado para los tratamientos es de 7,93 es superior al valor F tabulado que es 3,552, indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Por otro lado, el valor F calculado para los panelistas que fue de 0,76, siendo menor al F tabulado que fue de 1,867, se llega a la conclusión que no existe una diferencia significativa ($p \leq 0,05$), entre los panelistas.

A partir de los resultados arrojados por la prueba de Duncan, se concluye que no existe diferencia significativa entre las medias de los panelistas. Por lo cual, se seleccionó la formulación número tres, debido que fue la más aceptada.

2) Análisis fisicoquímicos

Para determinar las características físicas y químicas de los productos obtenidos, se realizaron ensayos para determinar pH, acidez, humedad, grasa, proteínas, fibra entre otros. Mediante la aplicación de las normas técnicas colombianas de acuerdo al producto objeto de estudio. Los resultados obtenidos para la muestra seleccionada se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.

Resultados de análisis fisicoquímicos.

Parámetro	Resultado
Cenizas	0,95%
Grasas	0,4%
Humedad	9%
pH	5,5
Carbohidrato	35%
Proteínas	0,8%
Fibra	1,6%

Fuente: Autores

3) Análisis Microbiológicos

Se realizaron teniendo en cuenta las técnicas y métodos establecidos en la norma técnica colombiana. Los resultados fueron se presentan a continuación en la tabla 4, en donde se logra observar que cumple con los límites de aceptación permitidos para el consumo humano, establecidos en la NTC 1241.

Tabla 4.

Resultados de análisis microbiológicos.

Requisito	Resultado
Recuento de microorganismos mesofílicos ufc/g o ml	<12
Recuento de coliformes en placa	<2
Recuento de Staphylococcus aureus coagulasa positiva	<10
Recuento de mohos y levaduras ufc/g o ml	0
Recuento de Bacillus cereus	0

Fuente: Autores

IV. CONCLUSIONES

Se obtuvo una mezcla de harina para tortas a partir de tubérculos como el ñame y yuca cultivados en el departamento del Atlántico.

Se determinó el proceso tecnológico y los mecanismos de control necesarios para la elaboración de la mezcla de harina para tortas a partir de tubérculos (ñame y yuca).

Se estandarizó la formulación y proceso de elaboración de la mezcla de harina para tortas a partir de tubérculos (ñame y yuca) garantizando la estabilidad del producto y el cumplimiento de los parámetros técnicos acordes a la normatividad

Las especificaciones técnicas de la mezcla de harina para tortas a partir de tubérculos (ñame y yuca) fue pH 5.5, humedad 9%, de acuerdo a estos parámetros y comparados con la NTC 1241 se puede concluir que el producto cumplió con las características de calidad requeridas.

El tratamiento que ofreció mejor comportamiento en lo relacionado al cumplimiento de los parámetros de calidad fue el N°5, el cual corresponde a temperatura 60°C; Humedad 10%; tamaño de partículas 60 micras; Grado de aceptabilidad 85%.

La formulación más aceptada por los encuestados fue la numero 3, la cual presento una composición bromatológica de 1.6% de fibra cruda, 0.8% de proteínas, 0,95% de minerales, carbohidratos 35% y 0.4% grasa.

El análisis dio como resultado que los tratamientos presentaron diferencias

significativas tanto en los tratamientos como en los panelistas dando como las muestras de mayor grado de aceptabilidad la formulación N° 3 ya que fue la más aceptada.

V. REFERENCIAS

- Alonso, A., Garcia, L., Leon, I., Garcia, E., Gil, B., & Rios, L. (2009). Metodos de investigacion de enfoque experimental. Obtenido de <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>
- Alvarado, G., & Cornejo, F. (2014). Obtencion de harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentacion de celiacos. Ecuador: Escuela Superior Politecnica del Litoral. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6391/1/Obtenci%C3%B3n%20de%20harina%20de%20yuca%20para%20el%20desarrollo%20de%20productos%20dulces.pdf>
- Benítez, B., Archile, A., Rangel, L., Ferrer, K., Barboza, Y., & Márquez, E. (2008). Composición proximal, evaluación microbiológica y sensorial de una galleta formulada a base de harina de yuca y plasma de bovino. *Interciencia*, 33(1). Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/339/33933111.pdf>
- Cooperación en Red Euro Americana para el Desarrollo Sostenible (CREADESS). . (2012). Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa. Obtenido de <http://www.creadess.org/index.php/informate/de-interes/temas-de-Corpoica>
- Corpoica. (2003). Concepción de un modelo de agroindustria rural para la elaboración de harina y almidón a partir de raíces y tubércu-

- los promisorios, con énfasis en los casos de achira (*Canna edulis*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y ñame (*Dioscorea* sp.). Obtenido de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3743/2/Agroindustria%20para%20la%20elaboracion%20de%20harina%20de%20achira.pdf>
- FAO. (2009). Guía técnica para producción y análisis de almidón de Yuca. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/pdf/010/a1028s/a1028s01.pdf>
- Guerra, A. (2014). Estudio de la utilización de la harina de mashua (*tropaeolum tuberosum*) en la obtención del pan de molde. Universidad Tecnológica Equinoccial. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5061/1/55524_1.pdf
- Henao, S., & Aristizabal, J. (2009). Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. *Revista ingeniería e investigación*, 29(1). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v29n1/v29n1a05.pdf>
- Hoyos, D., & Palacios, A. (2015). Utilización de harinas compuestas de maíz y garbanzo adicionadas con fibra de cáscara de piña para sustitución de harina de trigo en productos de panificación. Universidad del Valle. Obtenido de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10893/8889/CB-0529111.pdf?sequence=1>
- Quiñones, Y., Hernandez, M., Corzo, D., & Torres, M. (2016). Obtención de harinas compuestas a partir de tubérculos y su aplicación en productos horneados. *Agronomía Colombiana*, 34(1). Obtenido de <file:///D:/Downloads/Obtenci%C3%B3n%20de%20harinas%20compuestas%20a%20partir%20de%20tub%C3%A9rculos.pdf>
- Techeira, N., Bolivar, A., & Panqueva, S. (2010). Elaboracion y evaluacion de panes de queso con harina de ñame (*Dioscorea alata*). Obtenido de [file:///D:/Downloads/Elaboracion%20y%20evaluacion%20de%20pan%20-%20Techeira,%20Nora%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/Elaboracion%20y%20evaluacion%20de%20pan%20-%20Techeira,%20Nora%20(1).pdf)
- Umaña, J., Alvarez, C., Lopera, S., & Gallardo, C. (2015). Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten. Universidad de Antioquia. Obtenido de <file:///D:/Downloads/230-246-1-PB.pdf>
- Vargas, P., & Hernandez, D. (2013). Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampi: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Tecnología en marcha*, 25(6). Obtenido de [file:///D:/Downloads/Dialnet-HarinasYAlmidonesDeYuca-NameCamoteYNampi-4835676%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/Dialnet-HarinasYAlmidonesDeYuca-NameCamoteYNampi-4835676%20(1).pdf)

Ecología de aves asociadas a ecosistemas de humedal en el municipio de puerto asís, departamento del putumayo

Kenna Julieth Prieto Cerón¹

Bryan Camilo Espinosa Toro²

RESUMEN

Los procesos hidrológicos y ecológicos que suceden en los humedales, la diversidad biológica que sostienen y los recursos naturales que proporcionan, determinan que los humedales sean ecosistemas estratégicos esenciales para el desarrollo y el bienestar de la humanidad. El presente estudio pretende evaluar las características ecológicas de las aves asociadas a los ecosistemas de Humedal en el municipio de Puerto Asís mediante estaciones de muestreo por puntos de interés identificando las especies de aves que hacen uso de los recursos ofertados en los humedales. La diversidad en avifauna de los humedales San Fernando, Singuiya y Kili, está representada por 17 órdenes, 40 familias, 101 especies y 2,258 individuos. El orden más representativo es passeriformes con 15 familias y 48 especies, las familias más dominantes de acuerdo al número de especies registradas fueron: Thraupidae con 13 especies, Tyrannidae con 13 especies; 18 familias estuvieron representadas por una sola especie.

El mayor número de especies observadas fueron aves terrestres, de áreas abiertas, este grupo de aves usan recursos del humedal, aunque sin depender totalmente de él, haciéndolas menos vulnerables a los cambios en la dinámica de los humedales a diferencia de las aves acuáticas que dependen totalmente de estos ecosistemas para vivir.

Palabras clave— Avifauna, censos, ecosistema, ecología, humedales

ABSTRACT

The hydrological and ecological processes occurring in the wetlands, the biodiversity they sustain and the natural resources they provide, determine that wetlands are strategic ecosystems essential for the development and welfare of humanity. The present study aims to evaluate the ecological characteristics of birds associated with wetland ecosystems in the municipality of Puerto Asís by sampling stations on points of interest, identifying the bird species that make use of the resources offered in the wetlands. The diversity in avifauna of San Fernando, Singuiya and Kili wetlands is represented by 17 orders, 40 families, 101 species and 2,258 individuals. The most representative order is passerines with 15 families and 48 species, the most dominant families according to the number of recorded species were: Thraupidae with 13 species, Tyrannidae with 13 species; 18 families were represented by a single species.

The largest number of species observed were terrestrial, open areas birds, this group of birds use wetland resources, although without relying entirely on it, making them less vulnerable to changes in the dynamics of wetlands unlike waterfowl that depend totally on these ecosystems to live.

Keywords— Wetland, ecosystem, avifauna, censuses, ecology.

¹ Ecológa. Esp. En Gerencia de Proyectos, Semillero de Investigación Ecotono. SENA, Putumayo, kennaprieto@hotmail.com

² Tecnólogo en Gestión de Recursos Naturales, Semillero de Investigación Ecotono. SENA, Putumayo, camiloespinosa.t2014@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Los procesos hidrológicos y ecológicos que suceden en los humedales, la diversidad biológica que sostienen y los recursos naturales que proporcionan, determinan que los humedales sean esenciales para el desarrollo y el bienestar de la humanidad (Amaya et al. 1999, Pulido 2003, Caballero et al. 2004, Torres et al. 2006, Iannacone & Alvaríño 2007).

Las áreas de humedales en Colombia, exceptuando los costeros y marinos, que se encuentran localizados dentro del Sistema de Parques Nacionales Naturales corresponde únicamente al 3.9%. Del total de humedales ubicados en los Parques Nacionales, el 70.7 % están protegidos por los parques el Tuparro, Cahuinari, Chiribiquete, Puinawai y Nukak (Ministerio del Medio Ambiente, 1999).

Así mismo, se alienta a las Partes Contratantes a promover la conservación de los humedales en su territorio mediante el establecimiento de áreas protegidas en humedales.

Colombia es el primer país con mayor número de especies en el mundo representadas con 1.909 registros. Es preocupante constatar que 161 especies de aves de Colombia se encuentran en peligro inminente de extinción, incluyendo 70% de las 73 especies de aves endémicas del país, mientras que dos especies de aves ya se han extinguido (Hilty & Brown 1986).

aguas debajo de la desembocadura del río Guamuez, aproximadamente a 90 km al sur de la ciudad de Mocoa, está localizado el municipio de Puerto Asís. Tiene un área aproximada de 2.610 Km² que corresponde al 12% del departamento del Putumayo (24.885 Km²). Su cabecera municipal está aproximadamente a los 0° 29' de latitud Norte y a los 76° 32' de longitud oeste. Se encuentra a una altura de 250 msnm, temperatura promedio de 28°C, precipitación anual promedio de 3500 mm y una humedad relativa en algún caso superior al 85%. La totalidad de sus territorios son planos o ligeramente ondulados, y se localiza sobre el piso térmico cálido. El área de estudio de este trabajo de investigación se caracteriza por ser un ecosistema estratégico correspondiente a áreas de humedal, el cual ha tenido transformaciones importantes por la expansión de la zona urbana del municipio.

1. El humedal San Fernando hace parte del área urbana de Puerto Asís, se caracteriza por tener tres coberturas vegetales clasificadas como herbáceas, arbustivas y arbóreas este último se representa por bosque secundario; este humedal ha sido fragmentado para la construcción de vías. Se seleccionaron 3 puntos de interés donde se registraron los individuos con muestreos diarios (Figura 1).

II. MATERIALES Y METODOS

A. Área de estudio

Sobre la margen izquierda del río Putumayo en la amazonia colombiana, algunos kilómetros

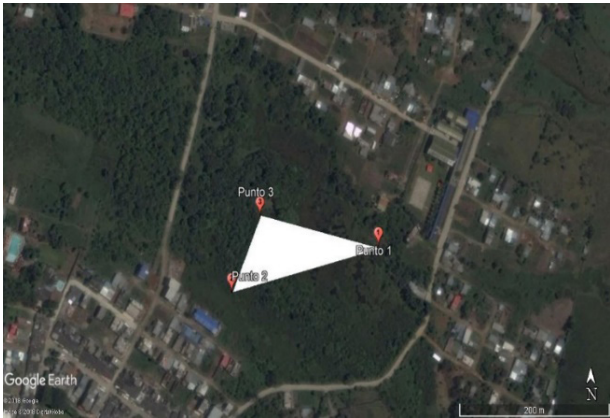


Figura 1. Puntos de interés para censo de aves, humedal San Fernando. Fuente: Semillero de investigación Ecotono.

Tabla 1.
Georreferenciación Censo De Aves San Fernando

Georreferenciación Censo De Aves San Fernando					
Ítem	Des-cripción	Latitud	Longitud	Perí-metro (m)	Área (m2)
1	punto 1	0°30'5.04"N	76°29'17.58"O	458	7,383
2	punto 2	0°30'3.39"N	76°29'23.95"O		
3	punto 3	0°30'6.13"N	76°29'22.71"O		

El humedal Singuiya hace parte de la microcuenca Singuiya ubicada en el área urbana de Puerto Asís, ha sido intervenido por puntos de vertimientos de aguas residuales domésticas y disposición de residuos sólidos; este humedal se caracteriza por la presencia de un extenso bosque de galería que en los últimos meses del año tiene la condición de un bosque inundable. Se seleccionaron 5 puntos de interés donde se registraron los individuos con muestreos diarios (Figura 2).



Figura 2. Puntos de interés para censo de aves, humedal Singuiya. Fuente: Semillero de investigación Ecotono

Ítem	Des-cripción	Latitud	Longitud	Perí-metro (m)	Área (m2)
1	punto 1	0°29'44.37"N	76°30'22.63"O		
2	punto 2	0°29'45.55"N	76°30'23.73"O	489	6,381
3	punto 3	0°29'45.87"N	76°30'25.88"O		
4	punto 4	0°29'46.26"N	76°30'28.93"O		
5	punto 5	0°29'47.60"N	76°30'23.48"O		

El humedal Kilili es el que más alejado se encuentra del perímetro urbano con relación a las demás áreas de estudio, presenta los tres estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, el primer estrato está representado por bosque secundario donde predomina la familia arecaceae (Palmas). Se seleccionaron 5 puntos de interés donde se registraron los individuos con muestreos diarios (Figura 3).



Figura 3. Puntos de interés para censo de aves, humedal Kilili. Fuente: Semillero de investigación Ecotono

Tabla 3
Georreferenciación Censo De Aves Kilili

Georreferenciación Censo De Aves Kilili					
Ítem	Descripción	Latitud	Longitud		
1	punto 1	0°31'6.00"N	76°29'50.00"O		
2	punto 2	0°31'9.00"N	76°29'50.00"O	Perímetro	Área
3	punto 3	0°31'12.14"N	76°29'50.36"O	(m)	(m2)
4	punto 4	0°31'14.00"N	76°29'49.00"O	552	12,992
5	punto 5	0°31'11.00"N	76°29'47.00"O		

III. METODOLOGIA

En la fase inicial de la investigación se seleccionaron las áreas de influencia de los humedales por medio de toma de coordenadas con GPS en campo, ya que no se cuenta con fotografías aéreas, para esta investigación se consideró la observación directa por puntos de interés en cada uno de los Humedales en un período determinado que corresponde a un ciclo estacional del área de estudio. Se observaron diferentes especies de aves y se realizaron

censos determinando la riqueza, composición y abundancia de las aves.

La metodología que se utilizará para la actividad de Censos de Aves de los Ecosistemas de Humedal urbanos del Municipio de Puerto Asís, Departamento del Putumayo, es por estación de muestreo. El procedimiento necesario para realizar los censos mediante los puntos de interés es el número de Estaciones que dependió del tamaño del humedal a ser registrado, así como también de la variabilidad y complejidad de los hábitats.

Los horarios que se utilizarán para el conteo en los Ecosistemas de Humedal dependieran de la disponibilidad de cada sector; sin embargo, las observaciones serán desde las 06:00 hrs, y las 10:00 hrs; 15:00hrs y las 17:30 hrs. Si bien los horarios serán variables entre los puntos de interés de cada Humedal del Área de Estudio.

Para la actividad de Censos de Aves de humedales, se recopilarán datos de riqueza de especies (número de especies avistadas) y de abundancia de especies (número de individuos por especie). Esto con el fin de tener valores que sean comparables en el tiempo y entre Humedales, se deberán tomar los datos en un tiempo acotado y constante, esto se establece en los protocolos para el censo terrestre de aves acuáticas y de humedal (Tellería, 1986, Shuterland, 1996).

En cada estación se fijará un tiempo de acostumbramiento de respuesta de las aves, el cual será de 2 minutos. Durante este tiempo se revisarán las especies presentes en la estación. Se fijará para cada estación, un tiempo de conteo de 9 minutos, durante el cual se realizarán los

conteos de las aves y una vez terminado este tiempo se procederá a la siguiente estación. El ángulo de observación será de 180° mirando hacia el espejo de agua del humedal. En cada estación se cuentan todas las aves avistadas, individualizándolas hasta nivel de especie. Dentro de los 180° hacia el espejo de agua, se considerará su abundancia. Todos estos datos quedan registrados en la “Tabla de Censo”, la cual pretende entregar la información de manera resumida y estandarizada para todas las observaciones.

A continuación, se describe cada una de las cuadrillas que se necesita llenar, definiendo en cada una de ellas el rango de los valores que deben ser anotados:

Observador: corresponde al nombre de la persona que está realizando las actividades.

Fecha: para poder comprar los datos a través del año y dilucidar posibles variaciones a través del tiempo es necesario agregar la fecha del día que se toman los datos.

Hora inicio: corresponde a la hora en que se comienza a tomar los datos en la primera estación. Ésta debe contemplar los dos (2) minutos de acostumbramiento de respuesta de las aves. Generalmente se toma desde el momento en que el observador se ubica en el Punto de Interés.

Hora término: corresponde a la hora de término de las actividades de censo, luego de haber contado las aves de la última estación del humedal en cuestión.

Lugar: corresponde al nombre del humedal, en caso de no poseer se debe anotar una

descripción de la ubicación o el nombre con el que es conocido por los pobladores locales; o bien una descripción del acceso del lugar y/o su ubicación geográfica (GPS).

Tiempo: describe las condiciones climáticas que se encuentran en el lugar al momento de realizar las actividades de censo. Las opciones se encuentran en la tabla de censo, éstas son: Despejado (D), Nubosidad Parcial (Np), Nublado (N); Llovizna (Llo), Lluvia (Llu).

Nombre común: corresponde al nombre común de las especies de aves observadas. La suma de éstos entrega la riqueza específica del Humedal. En el caso de especies emparentadas o subespecies que no puedan ser identificadas se debe agregar el término “sp.”, por ejemplo: churrete, churrete acanelado; churrete costero (en caso de no saber a cuál de éstos se observó se puede agregar churrete sp. y en observaciones (punto 12), se agregan las descripciones del ave para una identificación posterior.

Estación 1 Descripción: corresponde a la descripción ambiental de la estación (en este caso la estación 1). Aquí se deben anotar el tipo de ambiente en el cual se encuentra la estación, o bien la vegetación más característica cercana a la estación. Puede quedar un registro fotográfico de esto (ideal pero no obligatorio), siempre y cuando este sea tomado fuera de los 9 minutos de registro (2 de acostumbramiento y 7 de conteo), ya que ese tiempo no debe ser alterado.

Abundancia: corresponde al número de individuos contados para cada especie registrada. Este valor puede verse alterado al contar dos veces al mismo individuo, por lo que

se sugiere que los conteos se realicen de forma fluida y respetando los tiempos por estación. Además deben incorporarse las aves que estén dentro de 100 metros alrededor de la estación.

Actividad: corresponde a la conducta realizada por la mayoría de los individuos de una especie o un individuo en particular. En caso de que distintos individuos estén realizando distintas actividades puede agregarse más de una actividad para la especie. Las opciones se encuentran en la tabla de censo, éstas son: Volando (V), Descansando (D), Alimentándose (A), Cortejando (C), Apareándose (Ap), Nidificando (N).

Observaciones: En este espacio pueden agregarse aquellos datos que no coinciden en otras cuadrillas, como por ejemplo presencia de elementos contaminantes en alguna estación, o la incorporación de una especie no por su avistamiento sino por el registro de su canto (en caso de estar seguro). También se puede agregar la presencia de otra fauna del humedal, ya sean mamíferos, anfibios y reptiles. Cualquier otra apreciación del observador puede ser incorporada también. En este punto es importante señalar que cualquier dato que se agregue debe estar fuera del tiempo de conteo (9 minutos), ya que este tiempo debe ser sólo para realizar el censo, habrá tiempo para agregar comentarios y observaciones después del conteo.

es paseriformes ya que cuenta con 14 familias y 44 especies, las familias más dominantes de acuerdo al número de especies registradas fueron: Thraupidae con 13 especies, Tyrannidae con 11 especies; 20 familias estuvieron representadas por una sola especie. En la tabla 1 se presenta la clasificación por orden, familia y especie de las aves observadas. La familia Tyrannidae está caracterizada por presentar a nivel mundial, una riqueza de especies bastante grande, siendo especies que se acostumbran a casi cualquier hábitat siempre y cuando haya alimento disponible (frutas e insectos) (Howell, S., 1995).

El mayor número de especies observadas fueron aves terrestres, de áreas abiertas, este grupo de aves usan recursos del humedal, aunque sin depender totalmente de él, haciéndolas menos vulnerables a los cambios en la dinámica de los humedales a diferencia de las aves acuáticas que dependen totalmente de estos ecosistemas para vivir, Lara Vásquez (2011).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

La diversidad en avifauna de los humedales: San Fernando, Singuiya y Kilili de Puerto Asís Putumayo, está representada por 17 órdenes, 39 familias, correspondientes a 88 especies y 1.815 individuos. El orden más representativo

Tabla 4*Clasificación de aves observadas en los tres humedales.*

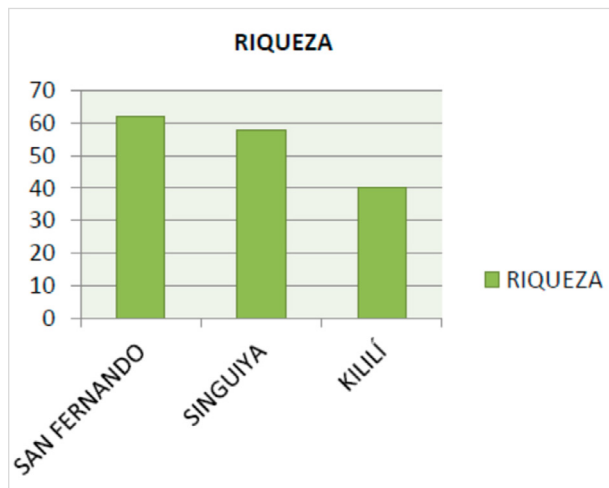
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA
Galliformes	Cracidae	Ortalis guttata	7
Columbiformes	Columbidae	Columbina talpacoti	32
		Patagioenas cayennensis	19
Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus savana	1
		Tyrannus melancholicus	25
		Tyrannus tyrannus	40
		Pitangus lictor	1
		Legatus leucophaeus	4
		Megarynchus pitangua	1
		Myiozetetes similis	34
		Phaeomyias murina	6
		Pitangus sulphuratus	48
		Poecilatriccus latirostris	1
		Myiarchus ferox	2
	Tityridae	Tityra cayana	1
		Pachyramphus polychopterus	1
	Parulidae	Setophaga petechia	4
		Setophaga striata	4
	Troglodytidae	Troglodytes aedon	4
	Furnariidae	Dendroplex picus	3
	Thamnophilidae	Thamnophilus tenuipunctatus	3
		Taraba major	7
	Hirundinidae	Atticora fasciata	3
		Tachycineta albiventer	6
		Stelgidopteryx ruficollis	2
	Cotingidae	Cotinga maynana	1
	Corvidae	Cyanocorax violaceus	11
	Turdidae	Turdus ignobilis	17

Continiación tabla 4.

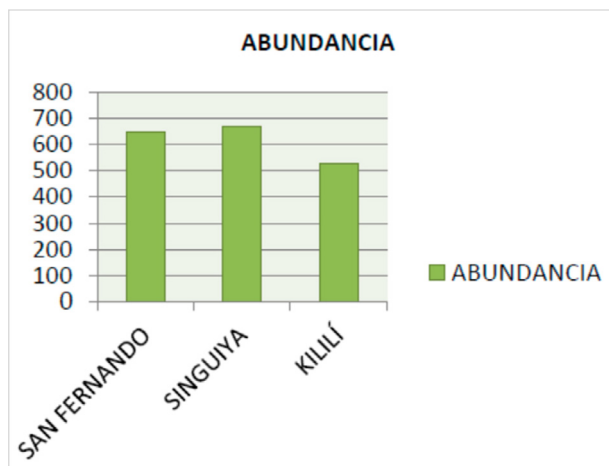
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA
Falconiformes	Falconidae	Milvago chimachima	4
Anseriformes	Anhimidae	Anhima cornuta	2
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	Opisthocomus hoazín	132
Coraciiformes	Cerylidae	Chloroceryle americana	2
		Chloroceryle amazona	1
Gruiformes	Aramidae	Aramus guarauna	5
	Rallidae	Porphyrio martinicus	22
		Laterallus exilis	1
		Laterallus melanophaius	1
Apodiformes	Trochilidae	Glaucis hirsutus	1
		Anthracothorax nigricollis	4
		Amazilia fimbriata	1
	Apodidae	Tachornis squamata	2
Accipitriformes	Accipitridae	Rostrhamus sociabilis	22
		Buteo magnirostris	5
		Chondrohierax uncinatus	13
Piciformes	Galbulidae	Galbalcyrhynchus leucotis	1
	Capitonidae	Capito aurovirens	9
	Ramphastidae	Pteroglossus inscriptus	6
		Pteroglossus castanotis	7
	Picidae	Celeus flavus	1
		Melanerpes cruentatus	2
		Colaptes punctigula	13
		Dryocopus lineatus	2
	Bucconidae	Monasa nigrifrons	16
Incertae sedis	Cathartidae	Coragyps atratus	513
suliformes	Anhingidae	Anhinga anhinga	1

Continuación tabla 4

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA
Passeriformes	Thraupidae	Thraupis episcopus	60
		Cissopis leverianus	8
		Ramphocelus nigrogularis	1
		Ramphocelus carbo	77
		Thraupis palmarum	12
		Voltina jacarina	1
		Oryzoborus crassirostris	1
		Tangara mexicana	14
		Oryzoborus angolensis	5
		Sporophila murallae	5
		Sicalis flaveola	7
		Sporophila castaneiventris	4
		Saltator coerulescens	7
	Emberizidae	Paroaria gularis	1
	Icteridae	Psarocolius angustifrons	92
		Cacicus cela	8
		Cacicus solitarius	3
	Incertae sedis	Euphonia crysopasta	6
		Donacobius atricapilla	10
Cuculiformes	Cuculidae	Piaya cayana	4
		Crotophaga ani	47
Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta caerulea	2
		Bubulcus ibis	12
		Butorides striata	22
		Egretta thula	3
	Threskiornithidae	Phimosus infuscatus	98
		Mesembrinidis cayannensis	3
		Eudocimus ruber	10
Charadriiformes	charadriidae	Vanellus chilensis	12
	Scolopacidae	Tringa solitaria	3
	Jacaniidae	Jacana jacana	25
Psittaciformes	Psittacidae	Aratinga weddellii	97
		Orthopsittaca manilata	78



Gráfica 1. Comparación de riqueza de especies entre puntos de interés.



Gráfica 2. Comparación de abundancia de especies entre puntos de interés.

En las gráficas No. 1 y 2 se observa la riqueza y abundancia de especies de cada uno de los humedales. Sin embargo, podemos identificar que ambas variables no mantienen su misma relación ya que factores como la composición de sombra, tipo de manejo, topografía, orientación de la pendiente, entre otros, influyen para que se den las diferencias.

En el humedal San Fernando se evidencia mayor riqueza de aves (Gráfica 1), debido a

su gran extensión y variaciones de coberturas vegetales (herbácea, arbustiva y arbórea), esto representa mayor oferta de alimento para la avifauna, condiciones óptimas para anidar, entre otros aspectos importantes para la ecología de las aves.

La importancia de la conservación de esta zona condiciona a que las comunidades de aves neotropicales que se caracterizan por su alta riqueza y estructura de especies raras con densidades poblacionales muy bajas (Karr et al. 1990; Leve & Stiles, 1994; Thiollay, 1994, citados por Kattan et al. 1996) permanezcan como elemento funcional del ecosistema, pues cambios estructurales en estos bosques causarían alteraciones en los diferentes hábitat, como la extinción local de la avifauna y otras especies vulnerables a la presión antrópica.

V. CONCLUSIONES

Se obtuvo una riqueza significativa de 88 especies de aves durante el muestreo en las tres áreas de estudio, esta riqueza podría ser mayor si se extiende el esfuerzo de muestreo en relación a las temporadas climáticas anuales.

La familia Thraupidae fue la más dominante con 13 especies registradas en el estudio, debido a que esta se caracteriza por presentar a nivel mundial, una riqueza de especies bastante grande, siendo aves que se acostumbran a casi cualquier hábitat sin importar condiciones de estratos y espejo de agua, sin embargo si necesitan de una oferta amplia de frutas e insectos.

La avifauna observada en los puntos de muestreo son especies de gran importancia ecológica para

los ecosistemas estratégicos, la información producto de esta investigación puede ser la línea base para la toma de decisiones y formulación de planes de conservación.

VI. REFERENCIAS

- Caro, M. & O'Doherty, G. 1999. On the use of surrogate species in conservation Biology. In *Conservation Biology*. Volume 13(4):805-814.
- Connell, J. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. In *Science*, Volumen 199, March, pp1302-1310.
- Ehrenfeld, J. 2000. Defining the limits of restoration: the Need for realistic Goals. In Forman. R. T. & Gordon. 1986. *Landcaspe Eology*. New York, Wile.
- Forman. R. T. & Gordon. 1986. *Landcaspe Eology*. New York, Wile.
- Hilty, S & W. Brown. 2001. Guía de las aves de Colombia. Traducción al español por Humberto Álvarez López. American Bird Conservancy.
- Holmes, P. & D. Richardson. 1999. Protocols for restoration based on Recruitment dynamics, community structure, and ecosystem funtion: Perspectivas from South African fynbos. In Kaufman et al (eds.) *Restoration Ecology*. Volume 7. No 3. pp 215-230.
- Kroodsma R. L. 1987. Edge effect on breeding bird along power-line corridors East Tennessee. *American Midland Naturalist*. 118:2:275-83
- Laurence,W,F. & E. Yansen. 1991. Predict the impacts of edge effects in fragmented habitats. In Murcia (ed.). *Biological conservation*. 55: 77-92.
- Olson, D. dinerstein. E. Powell. G, & Wikramanayake. 2002. Conservation biology for the Biodiversity Crisis. *Conservation Biology*, 1. February. pp 1-3.
- Olson, D., B. Chenoff, G. Burgess, 1. Davidson, P. Canevari, E. Dinerstein, G. Castro, V. Morisett, R. Abell & E.
- Renjifo, L, M. 2001. Effect of Natural and Anthropogenic landscape matrices on the abundance of subandean bird species. *Ecological Applications*. 11:1: 14-31.
- Roldan, A & J, Simonetti. 2001. Plant-Mammal interactions in tropical Bolivian forests with different hunting pressures. In *Conservation Biology*. 15:3: 617-33.
- Sutherland, W.J. (ed.) 1996. *Ecological Census Techniques: a handbook*. Cambridge University Press.



Perfil sensorial de una galleta a base de harina de quinua enriquecida con omega 3

Amparo Luz Púa Rosado¹

Genisberto Enrique Barreto Rodríguez²

Jean Carlos Osorio Blanco³

Alexis Junior Duque Consuegra⁴

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el perfil sensorial de una galleta a base de harina de quinua (*Chenopodium quinua* Wild) enriquecida con Omega 3. La galleta fue elaborada de manera convencional, mediante balance de masa, a partir de una formulación preestablecida con el empleo de tres proporciones de Omega 3 (1%, 2% y 3%), teniendo como referencia las recomendaciones de energía y nutrientes para la población colombiana mayor de 18 años; para obtener el perfil sensorial se aplicaron técnicas instrumentales en la determinación de la fracturabilidad, la dureza, masticabilidad y color, igualmente se emplearon métodos analíticos para la identificación de estas características, así como también del olor y el sabor; se determinaron las dimensiones del grano de la harina y del producto final. Las técnicas instrumentales se realizaron en el laboratorio de análisis fisicoquímico de alimentos de la Universidad Nacional y en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad del Valle. Para la aplicación de los métodos analíticos, se desarrolló un proceso de preselección, selección y entrenamiento de jueces en la Universidad del Atlántico, de acuerdo a las normas técnicas colombianas (NTC 4489 – NTC 3915). El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza. Los resultados demuestran que no se presentan diferencias significativas en la variable de dureza para las formulaciones 1 y 2, pero si mayores niveles de comparación con la formulación 3, influenciando de esta manera la cantidad de omega 3 o el tiempo de horneado; la masticabilidad presenta menor valor de fuerza para la formulación 3 significando un menor esfuerzo a la hora de masticar, no se obtuvo resultado de la fracturabilidad en ninguna formulación; en las tres formulaciones se obtuvieron gamas de colores similares (Marrón). A nivel sensorial, los resultados demostraron que la galleta tuvo una fracturabilidad de 38% considerándola medio fracturable, la dureza 56% considerándola semidura y masticable de 3 a 5 masticaciones con un 57%. Cada una de las formulaciones presentó sabor (49%) y olor (67%) característico a margarina; el producto fue considerado color marrón. En el análisis granulométrico se obtuvo que el tamaño de partícula de la harina presenta los mayores niveles de retención en tamices con diámetros de 106µm y 150µm, el tamaño obtenido del grano del producto terminado se presentó en tamices con diámetros entre 2mm y 1.40mm. Se concluye que, no fue posible obtener datos de fracturabilidad por lo que se presume que las muestras no eran fracturables teniendo en cuenta el rango del equipo utilizado. De acuerdo a los datos obtenidos a través del TPA la formulación 3 se considera menos dura en comparación con las otras dos formulaciones. La colorimetría demostró que los resultados obtenidos en el perfil sensorial analítico fueron veraces, se obtuvieron gamas de colores similares (Marrón), Se logró el entrenamiento de un panel de 13 personas en la determinación de textura y perfiles descriptivos, pudiendo ser útil para la determinación de características de otros productos sometidos a sesiones más completas sobre la

¹ Nutricionista Dietista investigadora de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Interdisciplinario en Seguridad Alimentaria y Nutricional (GRIINSAN), Facultad de Nutrición y Dietética. Universidad del Atlántico, amparopua@mail.uniatlantico.edu.co

² Químico Farmacéutico y Docente investigador de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Interdisciplinario en Seguridad Alimentaria y Nutricional (GRIINSAN), Facultad de Nutrición y Dietética. Universidad del Atlántico, genisbertobarreto@mail.uniatlantico.edu.co

³ Estudiante de Química y Farmacia de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Interdisciplinario en Seguridad Alimentaria y Nutricional (GRIINSAN), Facultad de Nutrición y Dietética. Universidad del Atlántico, jeanoriosoblanco@gmail.com

⁴ Estudiante de Química y Farmacia de la Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Interdisciplinario en Seguridad Alimentaria y Nutricional (GRIINSAN), Facultad de Nutrición y Dietética. Universidad del Atlántico, ajduqueconsuegra@gmail.com

temática trabajada. La cuantificación de omega 3 demostró la presencia de este ácido graso en las tres formulaciones, siendo la formulación 3 la de mayor contenido con 0.93% y la formulación 1 la de menor contenido con 0.19%.

Palabras clave—Análisis de varianza, análisis sensorial, ácidos grasos, calidad, TPA

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the sensory profile of a cookie based on quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Wild) enriched with Omega 3. The cookie was elaborated in a conventional manner, by mass balance, from a pre-established formulation with the use of three proportions of Omega 3 (1%, 2% and 3%), taking as reference the recommendations of energy and nutrients for the Colombian population older than 18 years; To obtain the sensory profile, instrumental techniques were applied in the determination of fracturability, hardness, chewiness and color. Analytical methods were also used to identify these characteristics, as well as smell and taste; the grain size of the flour and the final product were determined. The instrumental techniques were carried out in the Physical-Chemical Analysis Laboratory of the National University and in the Food Technology Laboratory of the Universidad of Valle. For the application of analytical methods, a process of preselection, selection and training of judges was developed at the Universidad del Atlántico, according to Colombian technical standards (NTC 4489 - NTC 3915). Statistical analysis was performed by analysis of variance. The results show that there are no significant differences in the hardness variable for formulations 1 and 2, but higher levels of comparison with formulation 3, thus influencing the amount of omega 3 or baking time; the chewiness has a lower force value for the formulation 3 meaning less effort when chewing, no result of the fracturability was obtained in any formulation; in the three formulations, similar color ranges were obtained (Brown).

At a sensory level, the results showed that the cookie had a fracture of 38% considering it fracturable medium, the hardness 56% considering it semi-hard and chewable from 3 to 5 chews with 57%. Each of the formulations presented flavor (49%) and odor (67%) characteristic of margarine; the product was considered brown. In the granulometric analysis it was obtained that the particle size of the flour presents the highest levels of retention in sieves with diameters of 106µm and 150µm, the size obtained from the grain of the finished product was presented in sieves with diameters between 2mm and 1.40mm. It is concluded that, it was not possible to obtain fracture data so it is presumed that the samples were not fracturable taking into account the range of equipment used. According to the data obtained through the TPA formulation 3 is considered less hard compared to the other two formulations. The colorimetry showed that the results obtained in the analytical sensory profile were true, similar color ranges were obtained (Brown). A panel of 13 people was trained in the determination of texture and descriptive profiles, being able to be useful for the determination of characteristics of other products submitting them to more complete sessions on the subject worked. The quantification of omega 3 showed the presence of this fatty acid in the three formulations, being the formulation 3 with the highest content with 0.93% and formulation 1 with the lowest content with 0.19%.

Keywords— analysis of variance, sensory analysis, fatty acids, quality, TPA

I. INTRODUCCIÓN

La desnutrición es una enfermedad producto de una alimentación inadecuada, la cual no permite la absorción de los nutrientes necesarios que mantienen el equilibrio en el organismo, lo que sucede cuando no se ingieren los alimentos adecuados o cuando se aumenta el gasto energético de una persona. La deficiencia nutricional refleja un lento aumento de peso corporal en el individuo, mayormente en los periodos tempranos del desarrollo; diferentes

estudios epidemiológicos demuestran la relación entre deficiencias nutricionales con diferentes enfermedades en el organismo (Parra, 2015) (Ramírez, 2009). La deficiencia de omega 3 en el organismo produce alteraciones en la salud humana, asociándose con la presencia de procesos inflamatorios diversos, problemas externos, daños en los órganos internos, pudiendo conllevar hasta la muerte; es por ello que se ha incorporado mayor cantidad de calorías a la dieta y menos gasto de éstas, siendo aportadas por los ácidos grasos trans,

las grasas saturadas y más ácidos grasos de la familia omega 3 y 6 (Coronado, 2006).

Una de las estrategias utilizadas para contrarrestar la deficiencia de nutrientes es la fortificación de los alimentos destinados para el consumo humano, siendo la manera más eficaz para corregir las deficiencias de nutrientes esenciales, debido a su aceptación, economía y biodisponibilidad. Los alimentos adecuados para ser fortificados son los que se consumen con frecuencia, en el caso de los alimentos fortificados con omega 3 son los que son consumidos frecuentemente y almacenados por un corto período de tiempo a baja temperatura, en paquetes sin permeabilidad del aire y la luz (Araya, 2013).

Los ácidos grasos son los principales constituyentes de los triglicéridos que son los lípidos alimentarios a los que comúnmente denominamos grasa; estos ácidos están formados por una cadena de carbonos de varias longitudes, los cuales tienen en uno de sus extremos un grupo carboxilo, y en el otro extremo un grupo metilo. (Jiménez, 2013) Los ácidos grasos son poco frecuentes en los alimentos, y generalmente son producto de la alteración lipolítica. Sin embargo, son constituyentes fundamentales de la gran mayoría de los lípidos, hasta el punto de que su presencia es casi definitoria de esta clase de sustancias (Gutiérrez, 2014). Los ácidos grasos poliinsaturados son esenciales porque el cuerpo humano no los puede sintetizar y los requiere para determinadas funciones metabólicas y también estructurales, usándolos como precursores para formar ácidos grasos poliinsaturados con un mayor número de átomos de carbono. La incorporación de ácidos grasos poliinsaturados esenciales como los ácidos grasos omega 3 y

omega 6 en sistemas alimentarios, convierten a los productos en alimentos funcionales, debido a que estos compuestos pueden mejorar la salud de las personas, ya que actúan como agentes antiinflamatorios, antiarritmogénicos y protectores a nivel cardiovascular. Los ácidos grasos omega 3 pueden prevenir la diabetes tipo 2 y enfermedades coronarias (FAO, 2008) (Molina, 2016).

La Quinoa es un pseudocereal de origen Andino, con un alto potencial de nutrientes para contribuir a la seguridad alimentaria de diversas regiones del planeta. Es considerada el único alimento vegetal que posee todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos, vitaminas y no contiene gluten (FAO, 2011). La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Hoy en día el análisis sensorial se ha convertido en una herramienta innovadora y estratégica, de gran ayuda para las empresas fabricantes de alimentos, debido a los cambios y tendencias que el consumidor va marcando de acuerdo a sus comportamientos (Espinosa, 2007). Por lo anterior, analizando los beneficios de la quinoa y el omega 3, sobre la seguridad alimentaria y la nutrición de la población, se planteó el siguiente objetivo: determinar el perfil sensorial de una galleta a base de harina de quinoa, enriquecida con omega 3.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Población y muestra

La población directa del estudio estuvo representada por la harina de quinoa adquirida en la ciudad de Barranquilla, teniendo en cuenta distintos criterios de inclusión y de exclusión,

a nivel sensorial se consideró como población a hombres y mujeres con edades entre 18 y 50 años pertenecientes a la Universidad del Atlántico.

Diseño de las formulaciones

Se elaboraron tres formulaciones de acuerdo a las recomendaciones de ingesta dietética de los ácidos grasos omega 3, 6 y 9, según la FAO/OMS, los cuales refieren un rango de 1-2%, 5-8% y 0.6-1.2% respectivamente (Velázquez, 2006) y del valor calórico total requerido en el contenido total del producto, partiendo de una formulación inicial que había sido el eje principal del trabajo de investigación, titulado elaboración y evaluación de una galleta a base de harina de quinua enriquecida con omega 3, realizado en la Universidad del Atlántico en el año 2016 (Púa, 2016). Para establecer los porcentajes de ácidos grasos de cada formulación se tuvo en cuenta la recomendación realizada por el ICBF (Instituto colombiano de bienestar familiar) la cual menciona un promedio de 2200 kilocalorías diarias para personas adultas (ICBF, 2016).

Las galletas a base de harina de quinua fueron elaboradas de manera convencional (Figura 1) en el mes de agosto; se realizó control de la temperatura durante el proceso para así conservar los niveles de omega 3 en el producto final (Desamparados, 2015). Una vez obtenido el producto final, las muestras de interés fueron empacadas individualmente al vacío para asegurarse de una adecuada conservación durante el mayor tiempo posible. Posteriormente, y teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron las muestras que mejor cumplieron con estos criterios. Se fabricaron tres lotes de las diferentes formulaciones, cada uno

de 50 unidades de galleta de aproximadamente 45g c/u. para la fabricación de las galletas se adquirieron diferentes materias primas como la harina de quinua la cual fue adquirida en la tienda naturista “El Huerto” de la ciudad de Barranquilla, el omega 3 utilizado para el enriquecimiento del producto se adquirió en la comercializadora Disandalo S.A.S. ubicada en la ciudad de Bogotá, las demás materias primas como la sal común, azúcar de caña, leche en polvo entera, margarina y polvo para hornear fueron adquiridas en la comercializadora el Tesoro ubicado en el municipio de Baranoa Atlántico.

Se seleccionaron 9 muestras de cada lote para realizar el perfil sensorial por método instrumental y para la ejecución del perfil sensorial por método analítico se seleccionaron 20 muestras de cada lote fabricado.

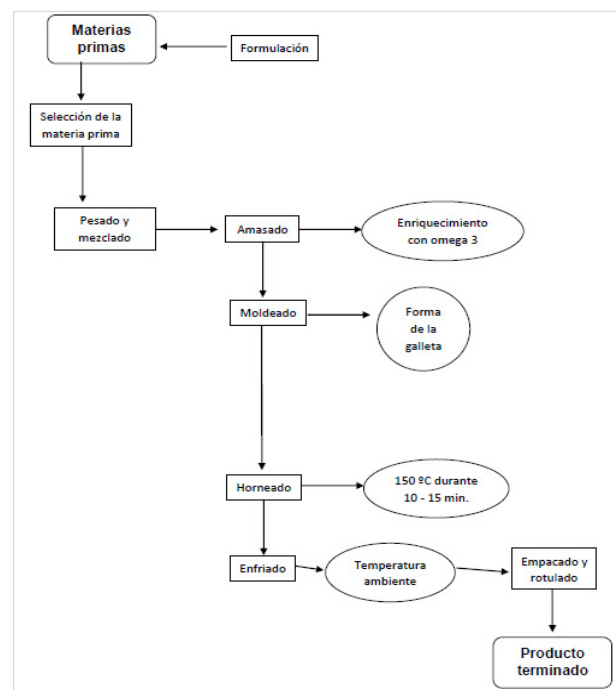


Fig 1. Diagrama de flujo. Proceso de elaboración de la galleta

Perfil sensorial instrumental

- *Perfil textura*

La determinación del perfil textura se llevó a cabo por medio de un texturómetro (Texture Analyser TA.XT.plus) usando el programa Rheometer 3.1. El método empleado se basó en realizar una prueba de compresión unidireccional con la finalidad de medir los parámetros de fracturabilidad, dureza y masticabilidad, esta prueba consistió en una doble compresión del 30 % de la altura de la muestra con una sonda cilíndrica de 75mm de diámetro a la velocidad de 1 mm/s y con un tiempo de espera entre ambas compresiones de 5 segundos (Igor, 2010).

- *Dimensiones del grano de la harina y la galleta*

Para la determinación del tamaño de partículas de la harina de quinua y de la galleta a base de harina de quinua se utilizó una tamizadora marca Advantech DT-168 con 7 tamices acoplados de diámetros entre 4.75mm y 106µm, para así lograr obtener el porcentaje de retención de cada uno de ellos, posteriormente se introdujo la muestra y se sometió a vibración durante un tiempo estipulado, obteniendo de esta manera la masa de la muestra retenida en cada tamiz (Peducassé, 2015).

- *Color*

El color de la galleta se determinó mediante un colorímetro Minolta CM-5 utilizando el método de colorimetría, se determinaron los parámetros de L^* , a^* y b^* . El valor máximo de L^* es 100 y el valor mínimo es 0, esto implica que al alejarse de 100 y acercarse a 0 el producto tiende a ser más oscuro. El parámetro a^* determina la tendencia del color del producto hacia los colores rojos para los valores positivos de a^* (100) o hacia

los colores verdes, para los valores negativos de a^* (-100). El parámetro b^* indica la tendencia del color hacia el amarillo, valores positivos de b^* (100) o hacia el azul, valores negativos de b^* (-100) (Vernier, 2007).

Perfil sensorial analítico

Para el perfil sensorial método analítico, fue necesaria la participación de un grupo de jueces, los cuales fueron seleccionados, entrenados y sometidos a diferentes pruebas de adiestramiento por el grupo de investigadores, conociendo así los aciertos y desaciertos respecto a las pruebas realizadas, a partir de allí se realizó el descarte de un número de ellos (Espinosa, 2007).

- *Preselección*

Durante la preselección de los jueces se llevó a cabo la realización de entrevistas a los participantes o candidatos mediante una encuesta, para así conocer los diferentes aspectos personales que pudieran influenciar en la realización de la prueba, evaluando en ellos el estado de salud, disponibilidad, interés y motivación de los mismos.

- *Selección*

En la etapa de selección lo que se buscó fue familiarizar al candidato sobre los métodos de evaluación sensorial y los materiales que se emplearon en las pruebas. Los diferentes ensayos realizados en la selección, solamente se realizaron después de una experiencia previa, se llevaron a cabo en un ambiente adecuado, con las condiciones de iluminación, temperatura y humedad que requieren los locales destinados para realizar los mismos; se realizó la prueba de umbral de sabor, buscando determinar la sensibilidad de los candidatos a las sustancias que pudieron estar presentes en el producto

en pequeñas concentraciones, se llevó a cabo siguiendo la metodología planteada por la NTC-3915 (Metodología. Método para investigar la sensibilidad del gusto) (ICONTEC, 1996); se realizó la prueba de identificación de textura cuyo objetivo fue conocer la capacidad del participante para describir diferentes atributos texturales en distintos productos, se siguió la metodología planteada por la NTC-4489 (Análisis sensorial. Metodología. Perfil de textura) (ICONTEC, 1998).

- *Adiestramiento*

Inicialmente se realizó una explicación teórica en la cual se buscaba enfatizar a los jueces con los aspectos básicos que rigen la evaluación sensorial y las principales características del producto a evaluar, de igual manera se dieron a conocer los objetivos de la investigación. El total de jueces seleccionados tuvieron la responsabilidad de evaluar sensorialmente el producto de acuerdo al entrenamiento brindado.

Perfil textura

Para la determinación de los diferentes atributos texturales se siguió la metodología planteada por la NTC – 4489, cada uno de los panelistas reportaron sus respuestas de acuerdo a la percepción que tuvieron por cada atributo en un formato planteado por los investigadores, siendo este una guía para el reporte de los datos (ICONTEC, 1998).

Perfil sabor

Para la realización de la prueba de perfil sabor se siguió la metodología propuesta por la NTC-3929, por la cual se describe tanto el olor y el sabor del producto, permitiendo obtener un cuadro sensorial completo de todos los componentes del aroma y sabor de la galleta.

El método implementado fue el de consenso (ICONTEC, 2009).

- *Color*

La evaluación del color sensorial, se llevó a cabo mediante la comparación visual de las muestras con las denominadas escalas de color; El color de una muestra tiene tres características: tono (λ), intensidad (depende de la concentración de las sustancias colorantes) y brillo, el cual depende de la cantidad de luz reflejada que generalmente es función de las características superficiales (ICONTEC, 1999).

- *Cuantificación de ácidos grasos*

La determinación del omega-3 se realizó por cromatografía de gases (AOAC 996.06) para cuantificar la presencia de omega 3 en las distintas formulaciones. El objetivo fue determinar si el producto final contenía los niveles de omega 3 planteados inicialmente en las distintas formulaciones, ya que se presumía que el proceso de fabricación, en especial el horneado, interfería negativamente disminuyendo la cantidad de éste en el producto final.

- *Análisis de los datos*

Cada uno de los resultados fue sometido a análisis de varianza ANOVA.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diseño de las formulaciones

Teniendo en cuenta la recomendación realizada por el ICBF la cual menciona un promedio de 2200 kilocalorías de consumo diario para personas mayores de 18 años. Se escogió como aporte para la primera formulación el 1% de ácidos grasos, para la segunda formulación

un 2% y para la tercera formulación un aporte del 3%; para de esa manera conocer la cantidad de ácidos grasos que aporta cada una de las galletas de las diferentes formulaciones planteadas. En el proceso de la elaboración de las galletas se pesaron cada uno de los ingredientes de las formulaciones de forma individual; inicialmente se mezclaron los ingredientes que su presentación eran en polvo (Harina de quinua, azúcar, leche en polvo, sal común) con la margarina, la cual le generó una consistencia suave a la masa, actuando como lubricante, posteriormente se adicionó el ingrediente enriquecedor omega 3 en polvo y por último el polvo para hornear, luego de esto se amasaron todos los ingredientes conjuntamente agregándole la cantidad establecida de agua, hasta obtener una consistencia deseada.

Perfil sensorial instrumental

• Perfil textura

En los análisis de perfil textura método instrumental (Tabla 1) no se obtuvieron resultados de fracturabilidad en ninguna de las formulaciones, lo cual indica que ninguna de estas presenta esa característica de rotura al menos con el equipo utilizado. Esto posiblemente se debe a que, comparado con otros perfiles realizados en galletas (Galván, 2016), los resultados obtenidos presentan un alto grado de cohesividad y alto grado de dureza, lo que no permite que la muestra sea fácilmente fracturable (García, 2012).

Los resultados de dureza indicaron que la formulación 1 y formulación 2 presentan similares niveles en comparación con la formulación 3 lo cual indica que posiblemente la variación de omega 3 y margarina hayan influido en los resultados de dureza. Sin

embargo, también puede haber sido producto del tiempo de horneado pues las tres formulaciones fueron horneadas en momentos distintos. La formulación 3 presentó la dureza menos elevada ($22096.00 \pm 1385.64\text{g}$) y un valor de desviación estándar menor. Sin embargo, según el análisis de varianza no presentan diferencias significativas entre sí ($P > 0.05$). De igual manera la masticabilidad de esta formulación estuvo inferior en comparación con las otras formulaciones ($15785.33 \pm 2224.80\text{g}$), con un valor también inferior de desviación estándar, pero en este caso según el análisis de varianza sí presentan diferencias significativas entre las muestras ($P < 0.05$), y un F superior al valor crítico lo cual según el análisis de varianza reafirma lo anterior.

La masticabilidad presenta un menor valor de fuerza en la tercera formulación ($15785.33 \pm 2224.80\text{g}$) lo que significa un menor esfuerzo a la hora de masticar hasta desintegrarlo, y un mayor tiempo de deglución. Estos resultados se correlacionan con los obtenidos para dureza ($22096.00 \pm 1385.64\text{g}$), cohesividad (0.83 ± 0.01) y gomosidad ($18347.00 \pm 1312.80\text{g}$) en esta misma formulación, pues de estas tres variables depende la masticabilidad.

La formulación 3 presenta la mejor relación en el perfil de textura TPA, lo cual indicaría una mejor aceptabilidad por parte de los consumidores, esto se correlaciona con los resultados obtenidos por los panelistas en el perfil sensorial analítico.

Tabla 1.

Resultados promedio del análisis de textura (n=3) (g)

Muestra	Dureza (g)	Adhesividad (gs)	Elasticidad
Formulación 1	34444 (5866.16)	-2.50 (1.60)	0.90 (0.02)
Formulación 2	33212 (4865.84)	-2.44 (0.84)	0.82 (0.02)
Formulación 3	22096 (1385.64)	-1.11 (0.38)	0.85 (0.07)

Muestra	Cohesividad	Gomosis (g)	Masticabilidad (g)	Resiliencia
Formulación 1	0.88 (0.01)	30165 (4806,38)	27061 (3988,61)	0.60 (0.03)
Formulación 2	0.86 (0.01)	28893 (4626,56)	23909 (4173,51)	0.58 (0.03)
Formulación 3	0.83 (0.01)	18347 (1312,80)	15785 (2224,80)	0.51 (0.01)

- Dimensiones del grano de la harina y la galleta*

La distribución granulométrica de la harina de quinua (Figura 2) arrojó como resultado que el mayor % de retención de la harina es obtenido en el tamiz # 6 el cual presenta un diámetro de 150 μ m y en el tamiz # 7 con un diámetro de 106 μ m, lo que quiere decir que el tamaño de partícula de la harina de quinua esta entre a 106 μ m y 150 μ m (0.106 a 0.15 mm); De acuerdo a los resultados obtenidos se puede decir que el tamaño de partícula de la harina de quinua tiende a ser uniforme, por lo que la mayor cantidad de la misma se mantiene en un alto nivel de retención en los tamices 6 y 7. Debido a que las harinas finas son apropiadas para la utilización en pasteles y galletas es recomendable utilizar harinas que cuenten con un porcentaje de retención mayor en tamices 100 mesh con diámetros de 150 μ m; en investigaciones relacionadas la granulometría de la harina de quinua utilizada presenta el

mayor porcentaje de retención (45,35%) en un tamiz con diámetro de 150 μ m, en comparación con otras harinas, como la harina de arroz y de maíz las cuales presentan los mayores % de retención en tamices con diámetros entre 150 y 250 μ m, estableciéndose así como harinas finas (Guerrero, 2016).

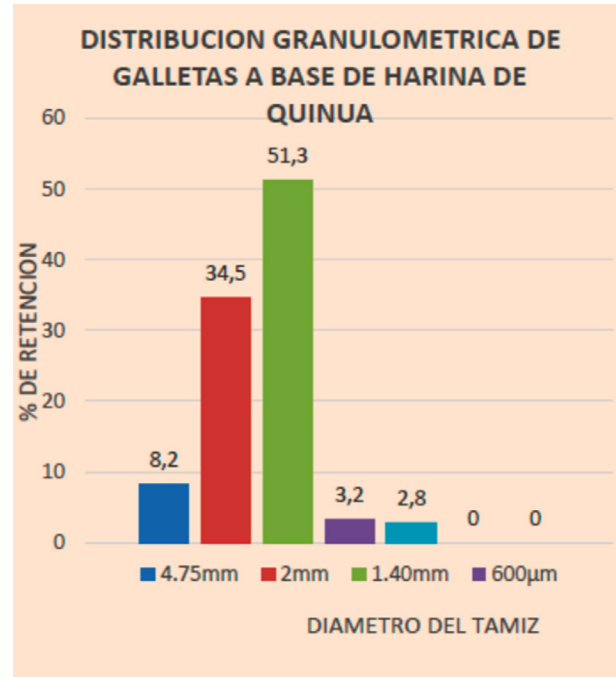


Figura 2. Distribución granulométrica de la galleta a base de Harina de Quinua.

El mayor % de retención de las galletas molidas (Figura 3) es obtenido en el tamiz #3 el cual presenta un diámetro de 1.40mm y en el tamiz #2 con un diámetro de 2mm; es decir que el tamaño del grano obtenido posterior a la molidura de las galletas a base de harina de quinua esta entre 2mm y 1.40mm. Debido a esto se puede decir que el tamaño de la partícula de las galletas molidas no es uniforme, dándose esto por la compactación de las materias primas o por la mal tritadura a la que fueron sometidas las galletas, ya que esta se realizó de manera manual en un mortero.

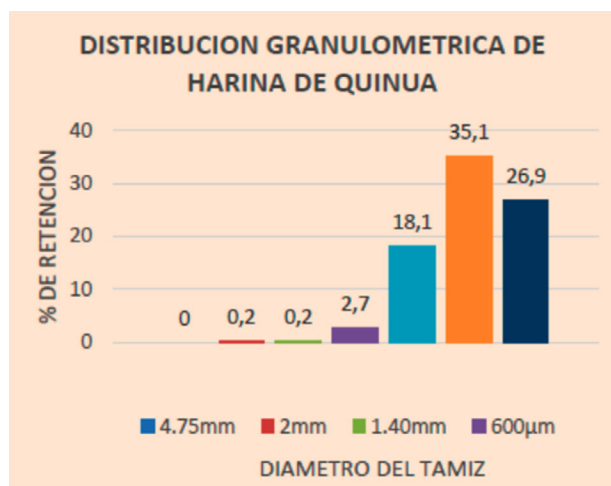


Figura 3. Distribución granulométrica de la harina de quinua.

• Color

Los resultados de la colorimetría (Tabla 2) para las tres formulaciones graficados en el sistema CIELAB mostraron similitudes considerables. Sin embargo, el análisis de varianza arrojó que se presentan diferencias significativas en las variables a^* y b^* de las tres formulaciones ($P < 0.05$), esto implicaría una variación en las tendencias a los colores rojo y amarillo que al combinarlos en los valores representados en los resultados nos arroja un color marrón.

La variable L para las tres formulaciones arrojó resultados intermedios teniendo en cuenta los rangos, de 0 a 100, que se pueden hallar. El color final del producto posiblemente se deba a la mezcla entre la materia prima principal, harina de quinua, y la margarina, pues si bien la harina de quinua se encuentra en mayor proporción en las tres formulaciones, su color inicial no se ve tan reflejado en el producto final, es al momento de adicionarla a la margarina cuando la mezcla se torna de una tonalidad marrón clara. Sin embargo, el proceso de horneado también puede afectar el color final de galleta, pues el calor

realiza cambios significativos en el aspecto de las materias primas (Alvis et al., 2017).

Tabla 2.

Resultados promedio análisis de Color (n=3)

Muestra	L	a^*	b^*
Formulación 1	46.08 (0.30)	10.71 (0.20)	26.63 (0.23)
Formulación 2	47.16 (0.68)	11.84 (0.42)	28.59 (0.60)
Formulación 3	45.71 (1.00)	11.56 (0.10)	27.93 (0.18)

Fuente: Autores

Perfil sensorial analítico

En el perfil sensorial método analítico fueron sometidos a adiestramiento 13 jueces que previamente fueron seleccionados mediante pruebas de identificación de gustos y textura. De acuerdo a los criterios establecidos para la selección del panel de evaluación sensorial, se observó que los panelistas no presentaron un alto nivel de dificultad en cada una de las pruebas de entrenamiento realizadas, se permitió así la preselección primeramente de 24 de los 31 participantes inscritos. De los 24 participantes fueron seleccionados 13 jueces, los cuales cumplieron con todos los criterios a los que fueron sometidos, siendo así partícipes del adiestramiento del panel de evaluación sensorial y posteriormente de las pruebas de análisis sensorial del producto en estudio.

Perfil textura

Presentaron como mayor impresión en los jueces que el producto en cuanto a su dureza es un producto semiduro representado en un 62%, 61% y 46% de respuesta para las formulaciones 1, 2 y 3 respectivamente. Obteniendo así que el 56% de los jueces establecieron como un producto semiduro a las tres formulaciones de

galletas evaluadas. De forma similar un 54%, 62% y 54% para cada una de tres formulaciones respectivamente, percibieron que el producto alcanza su masticabilidad total cuando es sometido de 3 a 5 masticaciones, lo cual es interpretado como el número de masticaciones requeridas para reducir el producto antes de tragarlo. Obteniendo así que el 57% de los jueces percibieron que el producto requería de 3 a 5 masticaciones para su buena deglución.

En cuanto a la fracturabilidad las muestras 2 ($3,30 \pm 0,89$) y 3 ($3,23 \pm 0,52$) presentaron el valor mayor siendo estadísticamente iguales, es decir, se requería de un mayor esfuerzo para provocar la fractura de la galleta; para la muestra 3 este resultado puede estar relacionado por la dureza reportada anteriormente, la cual fue menor. Para la formulación 1 se presentó menor fracturabilidad ($2,92 \pm 0,91$), es decir, se requería de menor esfuerzo para provocar la ruptura de la galleta con los dientes; este resultado puede estar relacionado con las concentraciones de los ingredientes o el tiempo de cocción de las galletas, el cual se llevó a cabo en momentos distintos (Pedroza et al., 2013).

Perfil sabor

La prueba de perfil sabor no presentó un alto índice de variabilidad en las respuestas percibidas por los jueces, las formulaciones presentaban diferentes concentraciones de omega 3, debido a esto se presentó una variación en la percepción del olor en una de las formulaciones. En el caso de la formulación 1 y 2 con concentraciones de omega 3 del 1% y 2% respectivamente presentaron tanto en olor y sabor la presencia de la margarina en mayor intensidad, esto debido a que la cantidad de margarina era mayor que la de omega 3.

Para la formulación 3 con concentración de omega 3 del 3% la percepción de los jueces fue semejante en cuanto al olor, percibiendo un 54% (7 jueces) olor a margarina y el 46% (6 jueces) olor a caramelo, esto se presenta debido a que la cantidad de omega 3 es mayor que las otras dos formulaciones, y el olor a caramelo es el olor representativo del omega 3 en su presentación en polvo.

• Color

El color sensorial de la galleta dio a conocer la percepción de los jueces, resaltando el color que más era de su agrado, en el caso de las tres formulaciones el color percibido en las galletas se encuentra en la escala de colores del color marrón (Figura 4).

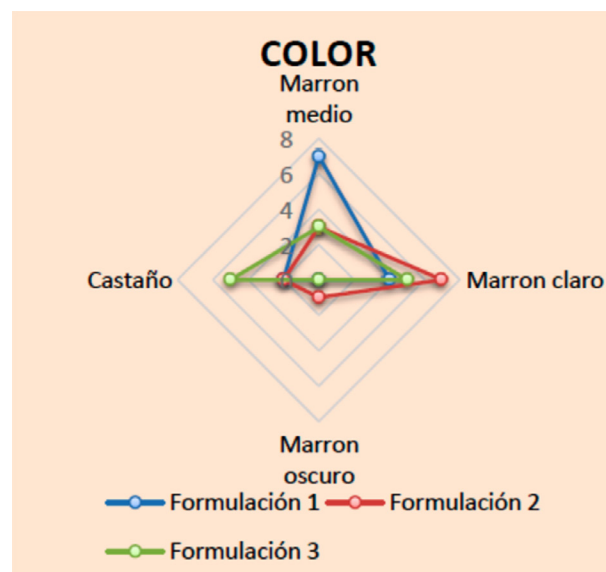


Figura 4. Color sensorial de la galleta a base de Harina de quinua.

Fuente: Autores

• Cuantificación de ácidos grasos

El perfil de ácidos grasos demostró que la formulación 3 contiene 0.93% (Figura 7) de omega 3 en cuanto a la totalidad de ácidos grasos encontrados, asimismo la formulación 2

contiene 0.61% (Figura 6) y la formulación 1 contiene 0.19% de omega 3 (Figura 5). El omega 3 encontrado en cada una de las formulaciones nos permite confirmar que el producto conserva esta materia prima al finalizar su proceso de elaboración, gracias a esto, al ser consumida la galleta, la cual aporta un alto nivel nutricional, también aporta un ácido graso esencial (omega 3), siendo de vital importancia para el organismo, ya que interviene positivamente en la circulación sanguínea, además de ser esencial para un adecuado desarrollo y funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso, entre otros beneficios más.

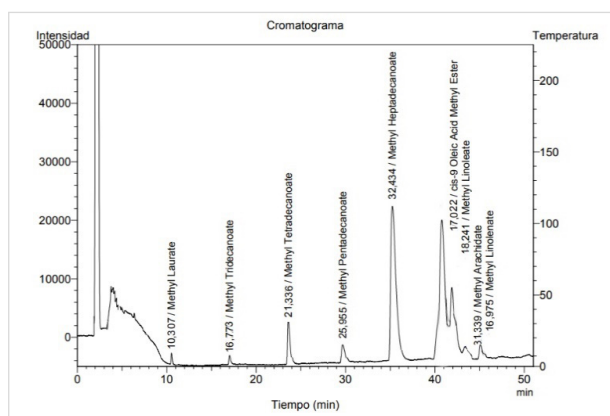


Figura 5. Cromatograma formulación 1 (Omega 3 al 1%)

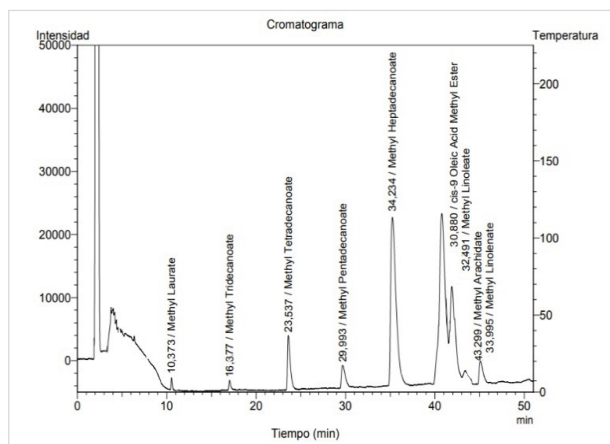


Figura 6. Cromatograma formulación 2 (Omega 3 al 2%)

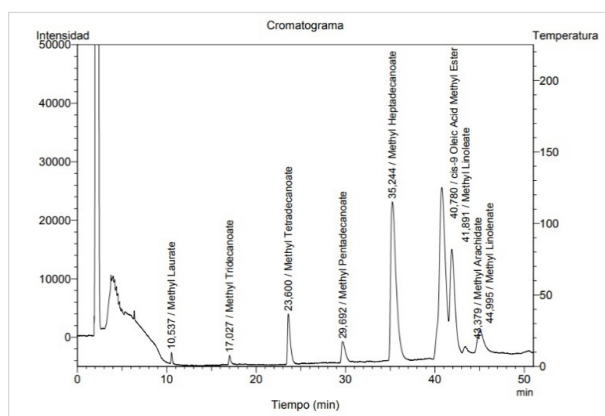


Figura 7. Cromatograma formulación 3 (Omega 3 al 3%)

Fuente: Autores

IV. CONCLUSIONES

Se plantearon 3 formulaciones con distintas cantidades de Omega 3 (1%, 2%, 3%), teniendo en cuenta las recomendaciones diarias de ingesta para personas mayores de 18 años por parte de la OMS, con el fin de obtener la mejor relación entre cantidad de ácido graso al final del proceso y las distintas variables del perfil sensorial, para tener una mejor aceptación por parte de los consumidores finales.

No fue posible obtener datos de fracturabilidad por lo que se presume que las muestras no eran fracturables teniendo en cuenta el rango del equipo utilizado.

El análisis granulométrico realizado muestra que la harina de quinua presenta uniformidad en el tamaño de partículas, considerándola, así como una harina fina adecuada para la utilización en productos de panificación; el tamaño de partícula en las galletas molturadas refleja variación en los porcentajes de retención en los diferentes tamices trabajados, lo que posiblemente se debe a la compactación de las

materias primas y al tiempo de trituración al que fueron sometidas las galletas.

La colorimetría triestímulo demostró que los resultados obtenidos en el perfil sensorial analítico fueron veraces, pues en las tres formulaciones se obtuvieron gamas de colores similares (Marrón), los mismos percibidos por los jueces en las pruebas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el perfil sensorial método analítico, el producto se considera semiduro (56% de las respuestas de los jueces), medio fracturable (38% de las respuestas de los jueces), masticable de 3 a 5 masticaciones para su buena deglución (57% de las respuestas de los jueces). En cuanto al perfil sabor de la galleta, cada una de las formulaciones presentaron sabor característico a margarina (49% de las respuestas de los jueces) y olor característico a margarina (67% de las respuestas de los jueces), la formulación 3 presentó un alto índice de respuesta (46%) en cuanto al olor a caramelo que fue percibido por los jueces. En base a los resultados el color sensorial de la galleta, el producto se considera de color marrón, establecido por los jueces en la escala de colores analizada.

Se logró el entrenamiento de un panel de 13 personas en la determinación de textura y perfiles descriptivos, pudiendo ser útil para la determinación de características de otros productos sometiéndolos a sesiones más completas sobre la temática trabajada.

V. REFERENCIAS

- Parra, L., y Escobar., C. (2015). La desnutrición y sus consecuencias sobre el metabolismo intermedio. *Rev. Fac Med UNAM*, Vol.46 (No.1), 32-36.
- Ramírez, L. (2009). Desnutrición y cerebro. *Archivos de medicina*, Vol. 9 (2), 183-192.
- Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, R., García, B., y Díaz, G. (2006). Los ácidos grasos omega-3 y omega-6: nutrición, bioquímica y salud. *REB* vol. 25(3), 72-79.
- Araya, L. (2013). Functional and healthy foods. Dpto. de Nutrición. Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Dpto. de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad de Valparaíso.
- Gutiérrez, T., Ramírez, L., y Salvador, L. (2014). Contenido de ácidos grasos en semillas de chía (*Salvia hispánica* L.) cultivadas en cuatro estados de México. En: *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(1), 199-207.
- Jiménez, P., Masson, L., y Quitral, V. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Rev. Chil. Nutr.* Vol. 40(2), junio 2013
- Molina, R. (2016). Desarrollo de un helado hipocalórico y funcional con adición de ácidos grasos Omega 3. *Contribuciones científicas y tecnológicas*, 41, 56-65
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2008). Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Recuperado de <http://www.fao.org>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011) La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Recuperado de Biblioteca virtual de la Universidad del Atlántico, e-libro. Disponible en: <http://www.fao.org/quinoa/es/>
- Espinosa, J. (2007). Evaluación Sensorial de los

- Alimentos. Ciudad de la Habana, Cuba. Editorial Universitaria.
- Velázquez, G. (2006). Fundamentos de alimentación saludable. Medellín, Colombia. Editorial universidad de Antioquia.
- Púa, A., Barreto, G., y Pérez, M. (2016). Elaboración y evaluación de una galleta a base de harina de quinua (*Chenopodium Quinoa*). *Agronomía Colombiana*, 1(1), S944 – S946.
- Instituto colombiano de bienestar familiar. (2016). Recomendaciones de Ingesta de Energía y Nutrientes para la Población Colombiana. Recuperado de <https://www.icbf.gov.co>.
- Desamparados, C. (2015). Evaluación de los Cambios Estructurales de Galletas Elaboradas con Sustitutos de Grasa. (Tesis de posgrado). Universidad Politécnica de Valencia. Facultad de Ciencia y Tecnología de los alimentos. Valencia, España.
- Igor, J., y Velasco, V. (2010). Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 8(2), 46-56.
- Peducassé, J., y Peducassé, C. (2015). Monitoreo de Granulometría de Maíz y Sorgo en Raciones para Cerdos. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Bolivia.
- VERNIER MEASURE. ANALYZE. LEARN. Software y technology. Colorímetro (COL-BTA o COL-DIN1). España. 2007.
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. (1996). Análisis sensorial. Metodología. Método para investigar la sensibilidad del gusto – NTC 3915. Recuperado de <http://www.icontec.org/>
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. (1998). Análisis Sensorial. Metodología, Perfil de Textura, NTC 4489. Recuperado de <http://www.icontec.org/>
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. (2009). Análisis Sensorial. Metodología. Métodos del perfil del sabor. NTC 3929. Recuperado de <http://www.icontec.org/>
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. (1999). Análisis Sensorial. Directrices generales y método de ensayo para la evaluación del color en Alimentos, NTC 4604. Recuperado de <http://www.icontec.org/>
- Galván, S., Barrera, C. y Mendoza, F. (2016). Perfil de textura y caracterización fisicoquímica de galletas de limón elaboradas en Cereté, Córdoba, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 34(1), S1349-S1351
- García, G. (2012). Texturometría Instrumental: Puesta a punto y aplicación a la Tecnología de los Alimentos. (Tesis de posgrado). Universidad de Oviedo. Oviedo, España.
- Guerrero, K. Hernández, D. Acosta, H. (2016). Desarrollo y Caracterización de un Producto libre de Gluten a base de harinas de Maíz, Arroz y Quinoa. Universidad del Valle, Escuela de Ingeniería de Alimentos. Cali, Colombia.
- Alvis, A., Romero, P., Clemente, G., Torrenegra, M., y Pájaro, N. (2017). Evaluación del color, las propiedades texturales y sensoriales de salchicha elaborada con carne de babilla (caimán *Crocodilus Fuscus*). *Rev Chil Nutr*, 44(1).

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de tres cortes de carnero y su potencial agroindustrial

Giovanny Walter Ibáñez Prada¹

Yaceris Mercedes Castro Escorcia²

María del Mar Cardozo Ortiz³

RESUMEN

En Colombia se cuenta con 1'449.705 ejemplares ovinos, distribuidos principalmente en los departamentos de la Guajira (44,27%), Magdalena (7,41%), Boyacá (7,30%), Cesar (6,97%) y Córdoba (6,66%). De la producción ovina se pueden obtener productos como carne que contiene proteínas de alta calidad, leche, lana y estiércol. Dentro de las ventajas de la producción ovina se destaca que son animales de fácil adaptación, asimilan mejor los pastos toscos, su periodo de gestación es de 5 meses y están aptos para el sacrificio a la edad de 4 a 6 meses con el 50% del peso adulto, por lo cual se perfila como una opción interesante dentro de las materias primas cárnicas. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar tres cortes de carnero (chuleta, paleta y pernil), para evaluar su composición fisicoquímica, la calidad microbiológica y su potencial de transformación en función de los parámetros medidos. Esta investigación se desarrolló en tres fases: selección de la muestra, toma de muestra y evaluación fisicoquímica y microbiológica de muestras. Los resultados a nivel microbiológicos se mantuvieron dentro de los parámetros normativos, lo que muestra que se llevó un control en el proceso de ayuno, beneficio, transporte y manejo de las muestras a evaluar. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos los resultados arrojaron los siguientes porcentajes: para chuleta (15% proteína, 14% grasa, 51.5% humedad); para paleta (17% proteína, 15% grasa, 51% humedad) y para pernil (20% proteína, 11% grasa, 53% humedad). Se puede concluir que los cortes son aptos para comercialización en canal y transformación.

Palabras clave: Calidad, Evaluación, Parámetros, Ovinos, Transformación.

ABSTRACT

In Colombia, there are 1'449,705 sheep, distributed mainly in the departments of La Guajira (44.27%), Magdalena (7.41%), Boyacá (7.30%), Cesar (6.97%) and Córdoba (6.66%). From sheep production, it is possible to obtain products such as meat that contains high quality proteins, milk, wool and manure. Among the advantages of sheep production is that they are easily adapted animals, assimilate better rough pastures, their gestation period is 5 months and are suitable for slaughter at the age of 4 to 6 months with 50% of the adult weight, for which it appears as an interesting option within the meat raw materials. The goal of the present work was to characterize three cuts of mutton (chop, shoulder and pernil), to evaluate its physicochemical composition, the microbiological quality and its transformation potential depending on the parameters measured. This research was developed in three phases: sample selection, sampling and physicochemical and microbiological evaluation of samples. The results at the microbiological level were kept within the normative parameters, which show that control was carried out in the fasting, benefit, transport and handling process of the samples to be evaluated. Regarding the physicochemical parameters, the results showed the following percentages: for chop (15% protein, 14% fat, 51.5% humidity); for palette (17% protein, 15% fat, 51% humidity) and for pork (20% protein, 11% fat, 53% humidity) It can be concluded that the cuts are suitable for channel marketing and transformation.

Keywords— Quality, Evaluation, Parameters, Sheep, Transformation

¹ Instructor SENA-Médico Veterinario y Zootecnia. Esp. Producción Bovina Tropical, Semillero de Investigación Agroindustrial-SEI-NA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO). Sabanalarga, Atlántico, gwibañez@misena.edu.co

² Ingeniera Agroindustrial. Msc. Gerencia en Proyectos de Investigación y Desarrollo, Semillero de Investigación Agroindustrial-SEI-NA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO). Sabanalarga, Atlántico, ymcastro@misena.edu.co

³ Tecnólogo en Procesamiento de Alimentos-SENA-Sabalarga. Atlántico, Semillero de Investigación Agroindustrial-SEI-NA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO). Sabanalarga, Atlántico, mdcardozo5@misena.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

La carne es el producto pecuario de mayor valor nutricional ya que posee proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos. Desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad.

A nivel mundial, la carne de origen ovino se constituye en la cuarta fuente de proteína animal después de la carne de cerdo, pollo y bovino según los datos reportados por FAO en 2014. En Colombia según el censo ICA de 2017 se cuenta con 1'449.705 ejemplares ovinos, distribuidos principalmente en los departamentos de la Guajira (44,27%), Magdalena (7,41%), Boyacá (7,30%), Cesar (6,97%) y Córdoba (6,66%), situándolo como la explotación baja en número de animales, la cual es liderada por aves, seguido por bovinos y porcinos. En el caso del departamento del Atlántico se registra un total de 10.295 ejemplares.

Según el portal de Agronegocios de la Universidad de los Andes, refiere que la demanda nacional de carne ovina es de 500 gramos per cápita. Esto se debe a que no hay suficiente oferta de ovinos por lo cual se debe propender el conocimiento y extensión de este sistema productivo del cual se pueden obtener diversos productos que generen ingresos como la lana, leche y carne.

El portal AgroColanta cita el caso específico de Nueva Zelanda, el cual es un país líder en

producción de leche, donde la población ovina es mayor que la bovina, de tal manera basan su economía en la venta de leche de origen bovino y de carne de origen ovino lo cual puede ser tomado como ejemplo por países como el nuestro donde la ganadería es una de las actividades fundamentales en el desarrollo económico.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar tres cortes de carnero (chuleta, paleta y pernil), para evaluar su composición físicoquímica, la calidad microbiológica y su potencial de transformación en función de los parámetros medidos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo descriptiva ya que se seleccionan una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describirlas. Su principal objetivo es la medición precisa de una o más variables dependientes. De igual manera es experimental debido a que se manipulan variables experimentales y se observan sus efectos sobre las variables dependientes.

Fue un estudio que se basó en la observación y descripción de los factores a estudiar, sin influir sobre él, en este caso se buscó caracterizar los cortes de animales si alterar las condiciones de crianza para así sugerir sobre los posibles fines agroindustriales para estos cortes. (Pablo Cazau, 2016)

Fases del Proceso metodológico

- *Fase I Selección de muestra*

En esta fase se seleccionaron los animales objeto

del estudio, con base en criterios como sexo, edad y raza disponibles en la finca demostrativa “El Caney”, propiedad del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial Regional Atlántico.

- *Fase II Toma de muestra*

En esta fase se evaluaron los métodos para la toma, transporte y almacenamiento de las muestras de carne a evaluar de los animales seleccionados en la fase anterior.

- *Fase III Evaluación fisicoquímica y microbiológica de muestras*

En esta fase se procedió a realizar la revisión de los análisis para la valoración fisicoquímica y microbiológica de las muestras y su comparación con resultados de estudios similares.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Selección de Muestra

En la finca el Caney se cuenta con ejemplares de diversas edades y razas ovinas, principalmente Pelibuey y Kathadyn. Para este estudio se decidió utilizar machos, ya que las hembras mayoritariamente se utilizan para producción lechera, así las cosas, al realizar estudios sobre los machos, se aterrizó claramente en animales cuyo propósito de explotación es de tipo carne.

Teniendo en cuenta lo anterior se seleccionaron tres animales por muestreo aleatorio. En la siguiente tabla se muestra un resumen de las principales características de los animales objeto del estudio.

Tabla 9

Criterios de Selección de Muestras.

Criterio	Valor
Sexo	Macho
Raza	Pelibuey
Edad	12 meses

Fuente: Autores

B. Toma de la Muestra

La toma de muestra se realizó inmediatamente después del proceso de despique de la canal. Acto seguido, se tomaron 250 gramos de pulpa de carne procedente de chuleta, paleta y pierna para el análisis, se empacaron en bolsas con cierre tipo ziplock, se almacenaron temporalmente en una cava con hielo para mantener temperatura hasta su transporte al sitio de análisis y allí se sometieron a congelación, a temperatura de -10°C hasta su evaluación.

En la siguiente tabla se listan los análisis realizados y las técnicas utilizadas para la determinación de los parámetros.

Tabla 10

Análisis a Realizar a las muestras de carne de Ovino

Parámetro	Método
Proteína	NTC 1556:1980
Grasa	NTC 1662:1981
Humedad	NTC 1663:1981
Recuento de Staphylococcus coagulasa positivo, UFC/g	ISO 6888-2: 1998
Recuento de coliformes totales UFC/g	NTC 4458
Recuento de Escherichia Coli/g	NTC 4899
Recuento de esporas Clostridium sulfito reductor, UFC/g	ISO 15213:1997
Detección de Salmonella, /25 g	NTC 4574
Detección de Listeria monocytogenes, /25 g	ISO 11290-1

Fuente: Autores

C. Evaluación fisicoquímica y microbiológica de muestras

Se les realizaron los análisis fisicoquímicos y microbiológicos a tres cortes como lo son chuleta, la cual es parte central del animal y muy estimada, paleta, la cual es una extremidad anterior del cordero, de tamaño menor a la pierna y de menor valoración económica. Es una carne tierna, muy sabrosa y jugosa, con alta proporción de grasa y finalmente la pierna, la cual es la extremidad trasera del animal, es una masa carnosa entera por lo que es una zona de la canal muy apreciada. La carne es tierna, muy sabrosa y jugosa, con alta proporción de grasa.

D. Evaluación Fisicoquímica y Microbiológica

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a los tres cortes objeto de estudio. Los resultados se muestran en función de una muestra de 100 gramos.

Tabla 11

Resultados Análisis fisicoquímicos a Muestras de Carne Ovina

Parámetro/ Corte	Chuleta	Paleta	Pernil
Proteína	15 g	17 g	20 g
Grasa	14 g	15 g	11 g
Humedad	51,5 g	51 g	53 g

Fuente: Autores

Para el análisis de las características fisicoquímicas se realizó mediante comparación frente a un estudio realizado por la Fundación Española de Nutrición FEN y la Federación Madrileña de detallistas de la carne FEDECARNE, cuyos resultados se muestran a continuación.

Tabla 12

Resultados Teóricos de características fisicoquímicas de carne ovina.

Parámetro/ Corte	Chuleta	Paleta	Pernil
Proteína	19,8 g	16,9 g	17,1 g
Grasa	16,9 g	15,3 g	12,6 g
Humedad	63,1 g	66,7 g	69,6 g

Fuente: FEN y FEDECARNE 2010

Las proteínas en la carne de ovino son de alta biodisponibilidad y el porcentaje varía según el tipo de corte, pues la cantidad de proteínas se ven afectadas por parámetros como edad, sexo, raza, principalmente.

En el caso de la chuleta, se observa que la muestra evaluada presentó un 4.8% menos de proteína respecto al valor teórico. Caso similar ocurre con el pernil, donde el porcentaje de proteínas es menor respecto al comparado. En el caso de la paleta se presentan contenidos similares en ambas muestras.

Concerniente a la grasa, que es un factor muy importante en carnes, debido a que influye en la palatabilidad, se encontró que las muestras de chuleta y pernil presentan cantidades por debajo de la comparada.

Por otro lado, la paleta presenta cantidades similares de grasa tipificándose, así como una carne tierna, sabrosa y jugosa, y que a pesar de ser de baja valoración económica respecto a otros cortes, puede ser apta para someter a transformación, ya que por lo general de 100g, se obtiene 72 g de parte comestible.

Finalmente se resalta el contenido de humedad en la cual para las tres muestras evaluadas se presentan diferencias importantes respecto a la comparada. La cantidad de agua influye en factores de calidad como la terneza y la jugosidad, los cuales son muy apreciados por los consumidores, debido a que la jugosidad incrementa el sabor y contribuyendo a una fácil masticación. Cabe resaltar que el contenido de agua se ve influenciado además por la edad.

Tabla 13

Resultados Microbiológicos de las muestras de carne ovina evaluadas

Parámetro	Resultado
Recuento de Staphylococcus coagulasa positivo, UFC/g	<10
Recuento de coliformes totales UFC/g	0
Recuento de Escherichia Coli/g	0
Recuento de esporas Clostridium sulfitorreductor, UFC/g	<10
Detección de Salmonella, /25 g	Negativo
Detección de Listeria monocytogenes, /25 g	Negativo

Fuente: Autores

En la tabla anterior se muestran los resultados microbiológicos a las muestras, por lo cual se puede concluir que se cumplió el protocolo de buenas prácticas en los procesos de ayuno, sacrificio, transporte, desposte, toma de muestra y conservación.

IV. CONCLUSIONES

La frescura es un atributo que valoran los consumidores en la carne fresca. La jugosidad, terneza y el sabor en el producto cocinado y para transformación se valoran rendimiento y aporte a características de la emulsión.

La paleta tiene aproximadamente 72 g de parte comestible por cada 100 g, debido a que este corte tiene menor valoración económica en fresco, pero contiene gran parte aprovechable se concluye que su uso principal se pueda dar para transformación.

La chuleta tiene aproximadamente 50 g de parte comestible por cada 100 g, es decir contiene menor parte aprovechable para someterlo a un proceso y teniendo en cuenta que este es un corte muy valorado por el consumidor, se concluye que la mejor opción para su consumo es como corte entero.

La pierna aproximadamente 72 g de parte comestible por cada 100 g y debido a que es un corte apreciado por el consumidor se concluye que puede ser apto para consumo en fresco o usado como materia prima en transformación.

V. REFERENCIAS

ICONTEC. (20 de Agosto de 2008). Norma técnica colombiana NTC 1325 - Industrias Alimentarias. Productos cárnicos procesados no enlatados. Bogotá D.C, Colombia.

Recursos electrónicos

Contexto Ganadero. (25 de Septiembre de 2015). Las 5 razas ovinas con más presencia en Colombia. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/las-5-razas-ovinas-con-mas-presencia-en-colombia>

Cazau Pablo. Introducción a la investigación, 2016. Obtenido de <http://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUC-CI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTI->

- GACI%C3%93N%20EN%20CC.SS..pdf
Fundación Española de la Nutrición y Federación Madrileña de detallistas de la carne. Guía Nutricional de la Carne, 2010. Recuperado 5 de octubre de 2018, de <http://www.fedecarne.es/ficheros/swf/pdf/guiaNutricion.pdf>
- Hervé, M. (Febrero de 2013). Agrimundo. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de <http://www.agrimundo.cl/wp-content/uploads/Carnes-Rojas-Informe-experto-HerveFinal.pdf>
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2017). Censo Pecuario Nacional 2017. Recuperado el 24 de septiembre de 2018, de <http://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2017.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2017). Censo Población de Ovinos - Colombia 2017. Recuperado el 24 de septiembre de 2018 de <http://www.ica.gov.co/getattachment/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2017/Mapa-Censos-Ovinos-2017-1.pdf.aspx>
- León Perdomo, L., & Aguilar Rodríguez, P. (7 de Noviembre de 2013). Cartilla Práctica para la Producción Ovina en Colombia. Recuperado el 21 de septiembre de 2018, de <http://es.calameo.com/books/0020359737d-5f0ac13031>
- Moncada Montenegro, A. (17 de Marzo de 2015). Informe: Sector ovino-caprino, un gremio que pisa fuerte en Colombia. Recuperado el 21 de septiembre de 2018, de Sitio web de Contexto Ganadero: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/informe-sector-ovino-caprino-un-gremio-que-pisa-fuerte-en-colombia>
- Partida De la Peña, J., Ríos Rincón, F., De la Cruz Colín, L., Domínguez Vara, I., Buendía Rodríguez, G. (23 de octubre de 2016). Caracterización de las canales ovinas producidas en México. Recuperado el 21 de septiembre de 2018, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v8n3/2448-6698-rmcp-8-03-00269.pdf>
- Rúa Bustamante, C. V. (2015). Manual Técnico para la Producción de Carne Ovina utilizando buenas prácticas ganaderas. Recuperado el 21 de septiembre de 2018, de http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL%20OVINOCAPRINO_0.pdf
- Universidad de los Andes Facultad de Administración. (4 de Mayo de 2016). Universidad de los Andes Agronegocios e industria de alimentos. Recuperado el 20 de septiembre de 2018, de <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2016/05/04/carne-ovina-nueva-opcion-para-la-ganaderia-colombiana/>

Elaboración de un sirope a partir del yacón (*Smallantus Sonchifolius*) como alternativa de endulzante natural

Teresa Altamar Perez¹

Yaceris Mercedes Castro Escorcía²

Dialinis Blanco Villadiego³

RESUMEN

El sirope es una especie de jarabe que puede ser utilizado como endulzante en diferentes preparaciones alimenticias, por tal motivo esta investigación tuvo como objetivo principal elaborar un sirope a partir del yacón (*Smallanthus Sonchifolius*), con el fin de aprovechar el alto valor nutricional presente en este tubérculo. El yacón es una raíz que se caracteriza por almacenar fructooligosacaridos (FOS) un tipo especial de azúcares a los cuales se les atribuye la capacidad de reducir los niveles de glucosa en la sangre, además los FOS son elevados en fibra por lo que también contribuyen a reconstituir la microflora intestinal, previene el estreñimiento y disminuyen el riesgo de padecer cáncer de colon. Para el desarrollo del proyecto se empleó una metodología de tipo descriptiva, experimental, la cual se llevó a cabo en tres fases la primera consistió en determinar el proceso productivo, la segunda estandarización del producto y finalmente la evaluación del tiempo de vida útil del producto obtenido. Los resultados arrojaron un producto con 60°Brix con un color marrón oscuro, olor característico al yacón, siendo los parámetros óptimos del proceso una temperatura de concentración de 60°C por un tiempo de 2 horas y 21 minutos, en cuanto al tiempo de vida útil al no utilizarse conservantes para el jarabe o 60°Brix tuvo un tiempo de 10 días. Se concluye que a partir del yacón es posible la obtención de un jarabe con bajo poder calórico ideal para personas con problemas de diabetes o que estén en la línea de lo saludable

Palabras clave— jarabe yacón, fructooligosacaridos, edulcorante natural..

ABSTRACT

The syrup is a kind of syrup that can be used as a sweetener in different food preparations, for this reason this research had as main objective to elaborate a syrup from the yacon (*Smallanthus Sonchifolius*), in order to take advantage of the high nutritional value present in this tuber. The yacon is a root that is characterized by storing fructooligosaccharides (FOS) a special type of sugars which are attributed the ability to reduce blood glucose levels, in addition the FOS are high in fiber and therefore also contribute to reconstitute intestinal microflora, prevent constipation and reduce the risk of colon cancer. For the development of the project, a descriptive, experimental methodology was used, which was carried out in three phases. The first consisted of determining the production process, the second standardization of the product and finally the evaluation of the useful life of the product obtained. The results yielded a product with 60 ° Brix with a dark brown color, a characteristic smell of yacon, the optimum parameters of the process being a concentration temperature of 60 ° C for a time of 2 hours and 21 minutes, in terms of life time Useful when not using preservatives for the syrup or 60 ° Brix had a time of 10 days. It is concluded that from the yacon it is possible to obtain a syrup with low caloric power ideal for people with diabetes problems or who are in the line of healthy.

Keywords— yacon syrup, fructooligosacaridos, natural sweetener.

¹ Ingeniera de Alimentos. Msc. En Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo, Semillero de Investigación Agroindustrial-SENA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO). Sabanalarga, Atlántico., gwibañez@misena.edu.co

² Ingeniera Agroindustrial. Msc. Gerencia en Proyectos de Investigación y Desarrollo, Semillero de Investigación Agroindustrial-SENA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO). Sabanalarga, Atlántico, ymcastro@misena.edu.co

³ Tecnólogo en Procesamiento de Alimentos-SENA-Sabalarga. Atlántico, Semillero de Investigación Agroindustrial-SENA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO). Sabanalarga, Atlántico, mdcardozo5@misena.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en la última década el elevado consumo de azúcares como la sacarosa, son la principal causa en el aumento de enfermedades como la diabetes, osteoporosis, artritis, obesidad, hipertensión entre otras. Según la OMS se ha presentado un incremento en la obesidad duplicándose entre 1980 y 2014, las estadísticas mundiales de 2014 reflejaron que el 39% de los adultos de 18 años o más tenía sobrepeso, así como también el 11% de los varones y el 15% de las mujeres (más de medio billón de adultos) eran obesos. Además se estima que en 2015, 42 millones de niños menores de cinco años tenían sobrepeso u obesidad y que, en los últimos 15 años, esta cifra ha aumentado en cerca de 11 millones. El número de diabéticos también aumentó de 108 millones en 1980 a 422 millones en 2014. (Organización Mundial de la Salud, 2016)

Por esta razón actualmente el uso de sustitutos de azúcar o endulzantes con bajo poder calórico como la stevia, sucralosa, dextrosa, sorbitol se han incrementado en los últimos tiempos, sin embargo muchos de estos tienen tendencia a dejar un regusto amargo en los alimentos, no ser productos naturales si no de procedencia industrializada y tener efectos secundarios. De ahí la importancia de utilizar opciones naturales para elaboración de endulzantes con bajo poder calórico y que proporcionen beneficios a la salud. Por tanto una alternativa que puede ser utilizada como sustituto de la sacarosa es el sirope de yacón. (Gonzalez & Martinez, 2017) El sirope de yacón de según Manrique, Párraga y Hermann (2005), es un producto con alto contenido de FOS (hasta 50%), resultado de la concentración del zumo de las raíces. Sus características físicas y organolépticas son

parecidas a la miel de abeja, de maple o de caña de azúcar y puede ser empleado para propósitos parecidos, pero con la ventaja de servir a consumidores preocupados en reducir su ingesta calórica y mejorar la calidad de su alimentación.

Se obtiene a partir del yacón, el cual es un tubérculo que se caracteriza según Zambrano, (2014) porque es rico en prebióticos y con alto contenido de fructligosacaridos, Yucailla, (2016) establece que los fructligosacaridos (FOS) un tipo especial de azúcares que se metabolizan como fibra soluble y que aportan pocas calorías al organismo humano por lo cual se le atribuye la capacidad de disminuir los niveles de glucosa en la sangre, además los FOS según Contreras & Purisaca, (2018) al no poder ser metabolizados por el tracto digestivo humano llegan al intestino grueso sin ser modificados permitiendo que estos sean fermentados por las bacterias que forman la microflora intestinal dándole la propiedad de ser un alimento probiótico, para Caxi, (2013) estos ayudan a reconstituir la microflora intestinal e impiden la proliferación de las bacterias putrefactivas y nocivas causantes del cáncer de colon. Estas cualidades y el bajo poder calórico, le otorgan la propiedad de ser un alimento apto para personas que padecen diabetes, obesidad, sobrepeso o aquellas que busquen mejorar su estilo de vida, debido a su capacidad de no aportar azúcar al organismo y de contribuir según Manrique, Hermann, & Bernet, (2004), a reducir los niveles de glucosa en la sangre, reconstituir la microflora intestinal, prevenir el estreñimiento, promover la asimilación del calcio, reducir los niveles de colesterol, fortalecer el sistema inmunológico y disminuir el riesgo de desarrollar cáncer del colon. Todas estas propiedades medicinales se le atribuyen debido a su alto contenido en fructligosacaridos.

Por lo tanto la elaboración de un sirope de yacón permite obtener un edulcorante orgánico que brinda la posibilidad de endulzar los alimentos de las personas diabéticas, debido a que los FOS no elevan el nivel de glucosa en la sangre, convirtiéndose en un producto alternativo para las personas que sufren este tipo de enfermedad. Además representa una gran alternativa para la industria de alimentos ya que permite ampliar y mejorar los conocimientos de los principios activos presentes en vegetales, tubérculos y sus efectos beneficiosos en la salud. (Acuña, Osso, Saco, & Verano, 2003)

El objetivo de este trabajo consistió en elaborar un sirope de yacón como una alternativa de edulcorante natural con el fin de determinar las propiedades que el yacón puede aportar como edulcorante.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Tipo de Investigación

De acuerdo con los objetivos establecidos la presente investigación es de tipo descriptiva ya que trata de describir las características más importantes de un determinado objeto de estudio con respecto a su aparición y comportamiento. En el presente trabajo se aplica cuando se tiene en cuenta todos los procedimientos para desarrollar las fases de elaboración del jarabe. Así mismo es de tipo experimental ya que crea una situación con las condiciones exactas que se desean y en la cual se manipulan y modifican algunas independientes para determinar si afecta a otras variables dependientes. Siendo la parte experimental de este proyecto los ensayos para determinar la estandarización del producto, variando las temperaturas y los grados brix del jarabe a fin de obtener un producto idóneo que

cumpla con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la normatividad vigente. (UNAM, 2015)

• *Población*

Se elabora un jarabe que sea apto para cualquier población en edades superiores de 10 años, en especial los que sufren de diabetes y/o personas que no puedan consumir sacarosa, personas obesas y con problemas de estreñimiento.

• *Técnicas e Instrumentos De Recolección.*

Observación directa: La observación directa constituye una herramienta básica en la recolección de datos, en el campo social ya que involucra al investigador de una manera activa en el grupo de individuos que se estudian, registrando la información en notas de campo.

• *Ubicación.*

El trabajo se realizó en las instalaciones del laboratorio del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, del SENA ubicado en Sabanalarga, Atlántico.

B. Fases del Proceso metodológico

• *Fase I Proceso Productivo del Jarabe*

Se determinaron los procedimientos necesarios, tecnología disponible, mecanismos de control, operaciones del proceso, materias primas que son necesarios utilizar para la obtención del néctar. Inicialmente se busca información relacionada con el tema como investigaciones, tesis, artículos científicos etc. Para tener como referente una base de datos fundamentada. Posteriormente se hace una recopilación de la información, seleccionando aquellas que proporcionaran mayor valor a la investigación en cuanto a aspectos técnicos y nutricionales.

Luego se procede a realizar los respectivos ensayos para analizar las variables a la cuales se les debe ejercer un mayor control para finalmente lograr obtener el proceso deseado y realizar diversos ensayos para lograr determinar una formulación óptima que permita obtener un jarabe que cumpla con las características fisicoquímicas y microbiológicas con las que debe contar un jarabe.

- *Fase II Estandarización del Jarabe*

Para estandarizar el producto se tomaron como referencia varios procesos que se llevaron a cabo mediante diferentes pruebas previas para reconocer los factores a variar, luego se realizó un diseño experimental teniendo en cuenta las variables que afectan al proceso como son la temperatura y grados brix, así como también los mecanismos de control y las operaciones previamente establecidas que también influyen en el proceso.

- *Fase III Determinación del tiempo de vida útil*

En esta fase se determinó el tiempo de vida útil del producto final teniendo en cuenta parámetros como el color, olor, sabor y aparición de mohos.

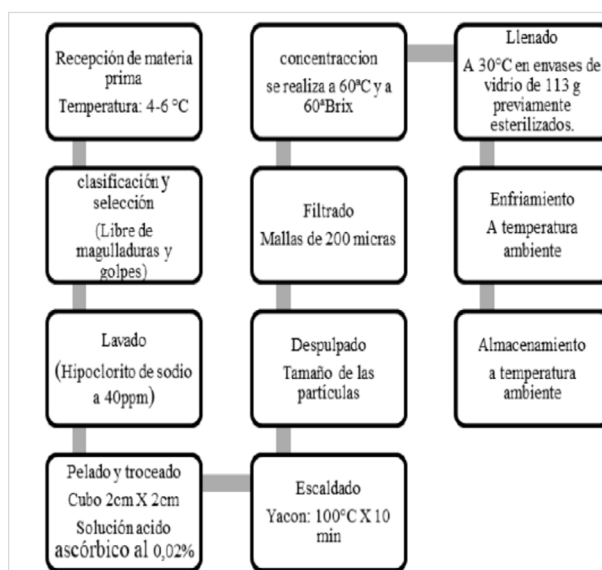
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Proceso productivo del jarabe

Para la elaboración del jarabe se definieron las etapas que se deben llevar a cabo para el proceso de obtención.

- *Proceso de obtención*

El diagrama de flujo descrito en la figura 1, permite observar el proceso requerido para la elaboración de un jarabe de yacón, en él se logran identificar las respectivas etapas que deben llevarse a cabo para el desarrollo del producto.



Fuente: Autores

- *Descripción del Proceso*

Recepción de materia prima: se inicia el proceso con la recepción del Yacón.

Clasificación y selección: se clasifica la materia prima que se encuentre en mejor estado seleccionando aquellas que estén libres de magulladuras y golpes. Posteriormente se procede a remover cualquier partícula de suciedad.

Lavado: se realiza una solución de agua con Hipoclorito de sodio a 40ppm, se sumerge el Yacón para retirar toda suciedad de tierra.

Pelado y troceado: se retira la piel del yacón y son troceados en cubos 2cm x 2cm y sumergidos en una solución de ácido ascórbico al 0,02%.

Escaldado: este procedimiento para el yacón se efectúa a 100°C por 10 minutos y para la. Se utilizan estas temperaturas para evitar el pardeamiento de la pulpa.

Despulpado: Después del escaldado el yacón es llevado a la despulpadora, para la extracción de su pulpa.

Filtrado: la pulpa obtenida es pasada por mallas finas 0.020 mm a 0.027 m

Concentración: la pulpa obtenida se concentra a una temperatura de 60°C hasta llegar a los 60°Brix, tomo un tiempo de dos horas y veintitún minutos llegar a esa concentración.

Llenado: se realiza a una temperatura de 30°C y en botellas de vidrio de 113 g.

Enfriamiento: se deja reposar la bebida a temperatura ambiente.

Almacenamiento: se almacena el producto a una temperatura ambiente.

B. Estandarización del proceso

Para la estandarización del producto se llevaron a cabo varios procesos en donde se utilizó un diseño factorial 32, en donde las variables a modificar correspondieron a la temperatura y grados brix. A continuación, en la tabla 1, se presenta los tratamientos utilizados.

Tabla 14.

Tratamientos para la elaboración del jarabe

Tratamiento	temperatura	Grados Brix
T1	85°C	58°Brix
T2	80°C	60°Brix
T3	75°C	68°Brix
T4	70°C	58°Brix
T5	65°C	68°Brix
T6	60°C	60°Brix

Fuente: Autores

La elaboración de los seis tratamiento permitió identificar que los jarabes que fueron sometidos a una menor temperatura invierten un mayor tiempo para alcanzar los Brix deseados, en el caso del T6 para obtener los 60°Brix se necesitó de un tiempo de 2 horas y 21 minutos , mientras que para el T2 se gastó un tiempo de 1 horas y 15 minutos, por ende se determinó que la temperatura y los Brix están directamente relacionados con el tiempo invertido en el proceso, además se identificó que aquellos manejados a 60°Brix presentaron un mejor textura y consistencia.

C. Determinación del tiempo de vida útil

Los seis tratamientos desarrollados fueron sometidos a estudio de vida útil, en donde se evaluaron las características de olor, color, sabor y aparición de mohos, en base a eso el tratamiento que se conservó durante un mayor tiempo correspondió al tratamiento cinco (T5), ya que tuvo un tiempo de vida útil de 20 días, sin embargo, aunque mantuvo su color, olor y sabor su consistencia se tornó más dura siendo este un factor que no va acorde al productos que se desea obtener. Por su parte el tratamiento seis (T6) aunque presento un menor tiempo de vida útil el cual correspondió a 10 días, presento una mejor consistencia que el tratamiento anterior. En cuanto a los demás tratamientos se evidencio que aquellos con 58°Brix o 60°Brix reflejaron un tiempo de vida útil no superior a 10 días y se observaron cambios en el olor y sabor del jarabe así como la aparición de mohos. De tal manera se selecciona como el tratamiento ideal el correspondiente al tratamiento seis (T6).

V. CONCLUSIONES

Se concluye que a partir del yacón es posible obtener un edulcorante natural con un bajo poder calórico y rico en fructooligosacaridos.

Se destaca que el jarabe de yacón puede convertirse en una alternativa de consumo para personas con problemas de diabetes al ser capaz de reemplazar la sacarosa y tener un bajo poder calórico.

Se concluye que para realización del jarabe es indispensable no superar los 70°Brix, debido a que esto afecta la consistencia del producto haciéndolo más espeso, cristalizando y concentrando bastante el producto dando una apariencia muy melcochada no correspondiente a la de un jarabe.

Se concluye que el tiempo de vida corto del jarabe se debe a la no utilización de conservantes, por tal motivo presento un tiempo de vida útil corto.

VI. REFERENCIAS

ICONTEC. (20 de Agosto de 2008). Norma técnica colombiana NTC 1325 - Industrias Alimentarias. Productos cárnicos procesados no enlatados. Bogotá D.C, Colombia.

Acuña, C., Osso, J., Saco, K., & Verano, C. (2003). Elaboración y exportación de Jarabe de Yacón. Obtenido de http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2298/1/2003_Acu%C3%B1a_Elaboracion_y_exportacion_de_jarabe_de_yacon.pdf

Caxi, M. (2013). Evaluación de la vida útil de un néctar a base de yacón (*smallanthus sonchifolius*), maracuyá amarilla (*passiflora edulis*) y stevia (*stevia rebaudiana*) en función de las características fisicoquímicas y senso-

riales. (F. d. agropecuarias, Ed.) Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. Obtenido de <http://200.37.105.196:8080/handle/un-jbg/293>

Contreras, E., & Purisaca, J. (2018). Elaboracion y evaluacion de una bebida funcional a partir del yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) y piña (*Ananas comosus*) endulzado con stevia. (F. d. ingenieria, Ed.) Peru: Universidad Nacional del Santa. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3060/47077.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gonzalez, M., & Martinez, L. (2017). Sustituto de azucar a base de yacón implementado en productos de panaderia, pasteleria y reposteria. Bogota: Universidad Agustiniana. Obtenido de <file:///C:/Users/TERESA/Downloads/GonzalezGarzon-MariaAlejandra-2017.pdf>

Manrique, I., Parraga, A., & Hermann, M. (2005). Jarabe de yacón: principios y procesamiento. Peru: Centro Internacional de la Papa. Obtenido de http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/1919-Jarabe_Yacon.pdf

Manrique, I., Hermann, M., & T Bernet, T. (2004). Yacon Ficha Tecnica. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa.

Organización Mundial de la Salud. (2016). La OMS recomienda aplicar medidas en todo el mundo para reducir el consumo de bebidas azucaradas y sus consecuencias para la salud. Obtenido de <http://www.who.int/es/news-room/detail/11-10-2016-who-urges-global-action-to-curtail-consumption-and-health-impacts-of-sugary-drinks>

UNAM. (2015). Metodos de investigacion. Obtenido de <http://www.psicol.unam.mx/Inves>

tigacion2/pdf/METO2F.pdf

Yucailla, S. (2016). “Desarrollo y evaluación de una bebida hipocalorica apta para diabéticos a base de zumo de jícama (*Smallanthus sonchifolius*). (F. d. ciencias, Ed.) Escuela superior politécnica de chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4896/1/56T00618%20UDCTFC.pdf>

Zambrano, M. (2014). Aprovechamiento de los principios activos del Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*), para la elaboración de yogurt rico en FOS (Fructooligosacáridos). Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.