

APROVECHAMIENTO DE SEMILLA DE MANGO EN EL DESARROLLO DE GALLETAS PARA CONSUMO HUMANO

USE OF MANGO SEED IN THE DEVELOPMENT OF COOKIES FOR HUMAN CONSUMPTION

Ing. Darío Coral Velasco, SENA, Centro para la Formación Cafetera, Colombia, daarcove@misena.edu.co
Ing. Frank Alberto Cuesta González, SENA, Centro para la Formación Cafetera, Colombia, fcuesta@misena.edu.co

Resumen

La semilla de mango es un residuo de las empresas productoras de concentrados y jugos, ella generalmente es desechada en rellenos sanitarios o es utilizada en alimentación de animales como consumo directo. La semilla de mango tiene dos partes principales, el cotiledón y el endocarpio, en el caso del cotiledón, puede ser aprovechado en la industria de alimentos y cosmética; es así como el objetivo del presente trabajo consiste en aprovechar la harina de cotiledón de mango en la formulación de un producto alimenticio elaborado en el Centro para la Formación Cafetera del SENA regional Caldas. El procedimiento de preparación de la semilla fue: Lavado de semillas, secado, separación de endocarpio a través de guillotina, molienda y secado a temperatura controlada, posteriormente empacado y conservación en refrigeración. Se evaluó la separación del aceite y la harina mediante métodos de extracción como compresión por tornillo sin fin y método Soxhlet. Para el diseño del prototipo alimenticio se determinaron los porcentajes de materias primas que formarían la masa galletera. Luego, se horneó la masa y se procedió a realizar análisis sensoriales y bromatológicos de alimentos, de acuerdo a parámetros de normativa legal vigente, encontrando que las masas trabajadas con harinas de cotiledón de mango presentan mayor retención de humedad, texturas arenosas y notas achocolatadas en el producto final; estas masas no forman gel, no incrementan su viscosidad y poseen menor cantidad de humedad, así como menor aw, dando como resultado una mayor estimación de vida útil; con lo cual las harinas de cotiledón de mango pueden contribuir con el incremento de la vida de anaquel de productos de galletería, al disminuir la cantidad de agua libre, presente en este tipo de alimentos.

Palabras clave: extracción, harina, residuos, cotiledón, galletería

Abstract

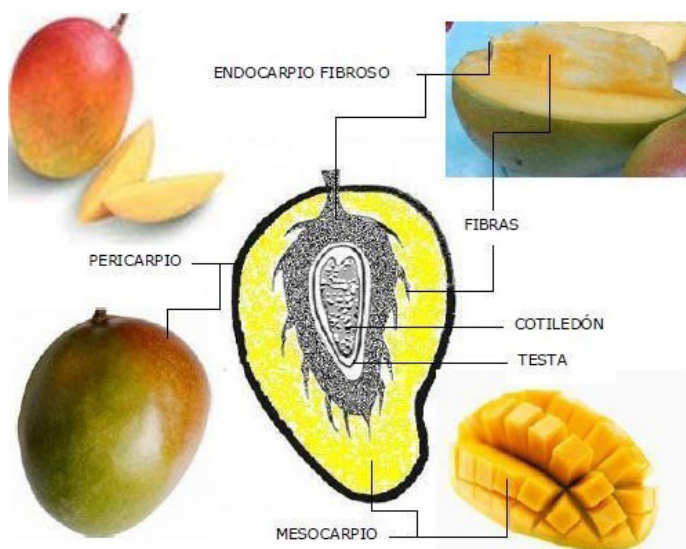
Mango seed is a waste in companies which produce concentrates and juices. Most of the time it is always discarded to landfills or used to feed animals. It is composed by two main parts, cotyledon and endocarp, the first one is used for food and comestic industry. The main objective of this paper is taking advantage of mango cotyledon flour to produce a food product made in Centro para la Formación Cafetera at Regional Caldas SENA. Seed preparation procedure: Seed washing, drying, endocarp separation through guillotine, grinding and drying at controlled temperature. Afterwards, all material must be packed and refrigerated. Oil and flour separation was evaluated by extraction methods such as endless screw and Soxhlet method. Food prototype design was determined by raw materials percentages that will form the cookie dough. Then, dough was baked to make food sensorials and bromatological analysis according to current legal regulations, as a result, dough with some parts of mango cotyledon keeps a higher moisture retention, sandy textures and chocolate notes in the final product than other ones without it. Those doughs do not form gel, avoid to increasing their viscosity and have a low moisture and AW, resulting in a greater probability of useful life. Finally, mango cotyledon can contribute to shelf life of cookie products when diminishing free water quantity in food .

Keywords: extraction, flour, wastes, cotyledon, biscuit

1. Introducción

Como se muestra en la Figura 1. el mango posee diferentes partes y constituyentes que se aprovechan en diferentes momentos de su comercialización o procesamiento, los cuales son una fuente muy importante de compuestos bioactivos de alto valor agregado, en particular de fibra dietaria, micronutrientes, polifenoles, carotenoides, entre muchos otros (Sumaya-Martínez *et al.*, 2012). La cotiledón de mango es rica en ácidos grasos y triglicéridos, antioxidantes de tipo fenólico y fosfolípidos; además de ser una buena fuente de fibra dietaria (Grande Tovar, 2016); la almendra de la semilla puede contener valores de proteína cruda del orden del 6,39%; humedad 44,8%; grasa cruda 10,70%; cenizas 2,4%, y fibra 2,38% (Acuña *et al.*, 2015).

Figura 1: Partes del mango



Fuente: tomado de LIOFRUT (2011).

El cotiledón de mango es un residuo agroindustrial dentro del proceso de despulpado del fruto; el cual se constituye en una fuente de contaminación sólida que impacta el medio ambiente. Ésta se puede constituir en una materia prima para la obtención de nuevas materias primas que pueden ser utilizadas en diversas áreas, como en la alimentación animal o humana. Antes debe ser tratada para poder obtener las propiedades y compuestos de interés para el área de procesamiento de alimentos. Entre los métodos de preparación de muestras para la obtención de la materia prima y su utilización en el desarrollo de este trabajo, se encuentran técnicas como extracción por medio de agua destilada o solución acuosa de NaOH (Medina *et*

al., 2010), extrucción controlando las variables de velocidad, temperatura y contenido de humedad de la muestra (Bello Pérez *et al.*, 2006), extracción de doble tornillo mezclando diversas materias primas (Manrique Quevedo *et al.*, 2007), así como la combinación de las harinas obtenidas con harina de trigo (Torres-González *et al.*, 2014); cada materia prima obtenida presenta características diversas en sus propiedades morfológicas y reológicas, influyendo en el procesamiento del producto alimenticio, así como en las características sensoriales del producto final. Es por ello que la harina no convencional de cotiledón de mango se utilizó en el desarrollo de productos de galletería, ya que sus propiedades reológicas son complementarias y deseadas en el desarrollo de este tipo de productos alimenticios.

En la utilización de harinas no convencionales en la industria alimentaria, se cuenta con los antecedentes de elaboración de productos panificables a partir de harina de yuca (Henao y Aristizábal, 2009), harinas de frutas inmaduras como mango y plátano como fuente de fibra dietaria (Torres-González *et al.*, 2014) con los cuales se buscaba reducir los porcentajes de harina de trigo utilizadas en las formulaciones panaderas, para disminuir la dependencia de productos importados, determinando cantidades y calidades de abastecimiento de estas materias primas en un contexto real; así como evaluar las características de la materia prima, propiedades funcionales, porcentajes de sustitución, comportamiento reológico y fermentativo de las masas, además del grado de aceptación del producto final.

Dentro de los desechos agroindustriales se encuentran los residuos provenientes del procesamiento del mango, los cuales poseen altos contenidos de azúcares, aceites, proteínas y fibras; estos deben ser caracterizados para conocer su composición, calidad y la cantidad de componentes, para determinar su aprovechamiento según las técnicas y tecnologías más adecuadas (Saval, 2012).

Para el año 2014, la FAO estima la cosecha mundial de mango en más de 844 mil toneladas (Grande Tovar, 2016), en el año 2015, Colombia produce aproximadamente 220 mil toneladas (Fedemango, 2015), para el año

2014 los departamentos con mayor producción son Cundinamarca, Tolima, Antioquia; mientras que Caldas produce cerca de 2800 toneladas (Agronet, 2015). En la industrialización del mango, específicamente durante el proceso de despulpado, se generan entre 50%-55% de residuos representados en cáscara, semilla, resto de pulpa y fibra, los cuales deben ser sometidos a pretratamientos, antes de ser aprovechados en la obtención de otros compuestos de alto valor agregado (Giraldo *et al.*, 2007).

Es por ello que se establece la pregunta de investigación: ¿Se pueden aprovechar el cotiledón de mango que se obtiene como un subproducto en el procesamiento agroindustrial de las empresas, para el desarrollo de una harina no convencional y que ésta sea utilizada en la formulación de un producto alimenticio de consumo humano?

Antecedentes.

Dentro de la búsqueda de la disminución de impactos ambientales e incrementar el aprovechamiento de residuos agroindustriales de las diferentes materias que se obtienen en el procesamiento industrial, se ha buscado obtener harinas no convencionales a partir de cotiledón de mango, el cual ha sido aprovechado de almidón a través de diversos métodos (Medina et al., 2010), así como la caracterización del cotiledón y la determinación de sus valores nutricionales como una harina integral (Moreno Álvarez, 1999), además de la evaluación del cotiledón de mango como fuente de aceites y grasas (Santos et al., 2013); esto para que las harinas y aceites obtenidos se constituyan en materias primas de productos para alimentación humana como en el caso de productos embutidos cárnicos tipo salchicha con la adición de harina de mango (León y Sarmiento, 2015), o alimentación animal como en el caso de alimentación de gallinas productoras de huevo (Portillo et al., 2012).

Objetivos.

Objetivo General:

Aprovechar la semilla de mango en el desarrollo de productos alimenticios en la línea de galletería

Objetivos específicos:

Realizar separación de los componentes de las semillas de interés para la industria alimenticia. Diseñar prototipo de producto alimenticio en la línea de galletería a partir de los subproductos de las semillas de mango.

Realizar caracterización fisicoquímica y bromatológica de los prototipos de productos fabricados a partir de las semillas de mango.

Métodos o Diseño Metodológico

La metodología usada para el desarrollo de un producto de galletería a partir de harina de cotiledón de mango, consta de varias actividades que van desde pretratamiento de la semilla de mango, pasando por la obtención de las harinas y su caracterización, hasta la elaboración del producto panificable y su evaluación sensorial y bromatológica.

Para desarrollar el presente estudio, fue necesario obtener la materia prima (semilla de mango), la cual proviene del proceso productivo de empresas dedicadas a la obtención de pulpas, considerada un subproducto del proceso productivo y por ende, un residuo que necesita ser dispuesto, de acuerdo a las técnicas que ellos disponen.

Ubicación del sitio del ensayo.

El desarrollo del producto se realizó en el Laboratorio de Ciencias Básicas y en la Planta de Agroindustria del Centro para la Formación Cafetera del SENA regional Caldas, ubicado en la Ciudadela Tecnológica Los Cerezos, kilómetro 10 vía al Magdalena, zona industrial de Maltería, en la ciudad de Manizales.

Pretratamiento de semilla de mango

Alistamiento de materia prima para su conservación.

La semilla obtenida se sometió a un proceso de lavado para retirar material fermentable; posteriormente se secó a temperatura controlada (50°C). La nuez se separó del endocarpio a través de una guillotina de forma manual, luego se molió y secó a una temperatura controlada, hasta lograr una humedad del 10%, según análisis proximal de su composición. Por último las semillas se empacaron para su conservación en refrigeración a 4°C.

Método de extracción por tornillo sin fin.

Las semillas de mango se introducen y caen a través de la tolva, donde el tornillo sin fin gira y comprime el material sobre la carcasa del equipo, el cual opera a una temperatura alrededor de 150°C, luego se consigue la extracción del aceite mientras el tornillo empuja las nueces hasta el cabezal de la máquina. En este equipo el porcentaje de extracción depende de la velocidad de rotación del tornillo sin fin, la geometría del tornillo, diseño de la carcasa, temperatura de entrada de materia prima y de operación, humedad de la semilla, entre otros (Valencia et al., 2018).

Método de extracción Soxhlet.

Se midió el peso de la muestra en un papel filtro Whatman no. 4, se ubicó todo el conjunto dentro del porta-muestras denominado cartucho, el cual es un recipiente de forma cilíndrica y base semiesférica donde se deposita la muestra; esto se llevó a la cámara de extracción del Soxhlet donde se conectó el balón al sistema de extracción y se agregó suficiente cantidad de alcohol etílico (grado reactivo) hasta llenar dos veces y media la cámara de extracción. El proceso de reflujo tardó alrededor de 3 horas. El solvente fue retirado por evaporación. Los recipientes con la grasa y el sólido separados fueron colocados en el horno durante 15 minutos a una temperatura de 90°C durante 15 minutos y en desecador durante 30 minutos.

Diseño del prototipo del producto alimenticio a partir de los subproductos de semillas de mango

Análisis de materia prima.

Luego de obtener la harina se procedió a realizar controles de calidad y cantidad, imprescindibles para garantizar la inocuidad del producto resultante; estos exámenes se realizaron en las instalaciones de los Laboratorios de Ciencias Básicas del CFC; también se contó con el apoyo de laboratorios externos.

Prototipos de galletería.

Se realizaron pruebas piloto de fabricación de galletería con las materias primas,

a partir de flujogramas, variación de formulaciones y parámetros de proceso. Posteriormente se formuló el producto, pesando todas las materias primas que formaron la masa: harina de semilla de mango y harina de trigo (en proporción 30:70), utilizando las harinas de semilla de mango con y sin aceite, para determinar las diferencias sensoriales que causan la presencia de estas harinas en el producto terminado; azúcar, margarina, polvo de hornear, huevos y sal, los cuales se mantendrán constantes en las formulaciones trabajadas para solo determinar los cambios causados por la presencia de las diferentes harinas y sus mezclas. Posteriormente, cada producto se horneó a una temperatura de 150°C, durante un período de tiempo de entre 30 a 50 minutos.

Análisis al prototipo terminado.

Los productos obtenidos se someterán a degustación y análisis sensoriales básicos, hasta conseguir productos aceptados y con propiedades alimenticias diferenciales. Por último, se realizaron los análisis de calidad de alimentos de acuerdo a parámetros de normativa legal vigente (análisis sensorial, bromatológicos) en los laboratorios de la Fundación INTAL de la ciudad de Itagüí y se determinó si las harinas de cotiledón de mango otorgan beneficios y diferencias en la producción del prototipo de galletería.

Análisis de resultados.

Método de extracción por tornillo sin fin.

Después de varios ensayos, se descartó este método de obtención de harina de cotiledón de mango, debido a que las temperaturas empleadas en el funcionamiento del equipo (>150°C) causaron quemaduras en todo el material de la semilla, imposibilitando su uso como harina para elaboración de productos alimenticios.

Método de extracción Soxhlet.

Para la obtención de harina de cotiledón de mango se siguen dos rutas: harina con aceite y harina sin aceite. En cuanto a esta última, con el proceso de extracción con solventes (alcohol) se encontraron rendimientos del 14,3% de extracción de aceite a partir de la semilla. A

continuación, se procedió a evaporar el solvente de la harina.

DISEÑO DEL PROTOTIPO DEL PRODUCTO ALIMENTICIO A PARTIR DE LOS SUBPRODUCTOS DE SEMILLAS DE MANGO

Análisis de materia prima.

Los resultados obtenidos luego de la caracterización de la harina de cotiledón de mango, se observan en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Análisis fisicoquímicos harinas.

Análisis	Método	Harina de mango con aceite	Harina de mango sin aceite	NTC 267 Harina de trigo
% Humedad	NTC 529	12,65	12,05	14,5
Dureza (g)		888	1042,5	
Adhesividad (mJ)		0	926,33	
Fracturabilidad				
Perfil de textura (TPA) del gel de almidón.	Compresión doble (interno)	888	818,33	
Relación agua: harina 1,6:1 a 80°C	Elasticidad (mm)	0,27	0,26	
Gomosidad (g)		3,72	3,91	
Masticabilidad (mJ)		262,4	232,7	
		985,88	910,5	

Fuente: el autor

Tabla 2. Análisis bromatológicos harinas.

Análisis	Método	Harina de mango con aceite	Harina de mango sin aceite	NTC 267 Harina de trigo	Decreto 1944 de 1996: Fortificación de harinas
Cadmio mg/kg		< 0,015	< 0,015	0,2	
Calcio mg/kg	Método	724,17	881,423		1280
Hierro mg/kg	AOAC	70,839	50,456		44
Plomo mg/kg	999.10	< 0,015	< 0,015	0,2	
Sodio mg/kg		10,382	14,847		

Fuente: el autor

De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el micro-viscoamilógrafo (Tabla 1), la muestra no presentó formación de gel, evidenciando el no incrementó de la viscosidad y elasticidad del producto y por lo tanto, no se pudo obtener la curva; es por ello que las harinas de cotiledón de mango pueden ser utilizadas en productos panificables, tipo galletería.

Con respecto a los análisis bromatológicos (Tabla 2) se observa que las harinas de cotiledón de mango pueden ser una materia prima a adicionar a la harina de trigo en la elaboración de productos de galletería, pues contribuyen con el incremento en los niveles de hierro y calcio, como se exige en la normativa de fortificación de harina de trigo.

Prototipos de galletería.

En la Tabla 3 se muestran las formulaciones trabajadas a partir de las muestras de harina de cotiledón de mango (con y sin aceite) versus la formulación patrón, en la cual solo se trabaja harina de trigo:

Tabla 3. Formulación galletería

Materia prima	#1 Formulación patrón	#2 Formulación con harina de cotiledón de mango – sin aceite – método shoxlet	#3 Formulación harina de cotiledón de mango – Con aceite
Harina de trigo (gr)	150	105	105
Harina de mango (gr)		45	45
Azúcar (gr)	31,25	31,25	31,25
Margarina (gr)	62,5	62,5	62,5
Polvo de hornear (gr)	1,25	1,25	1,25
Huevo (unidad)	1	1	1
Sal (gr)	0,12	0,12	0,12

Fuente: el autor

Luego de pesar las diferentes materias primas, de acuerdo a lo expuesto en la Tabla 3, se procedió a amasar, reposar, porcionar, moldear la masa en galletas y hornear, las cuales presentan diferencias visuales, como puede verse en la Figura 2.

Figura 2. Masa galletera horneada. De izquierda a derecha: Formulación #1 patrón, Formulación #2 con harina de cotiledón de mango sin aceite – método Shoxlet, y Formulación #3 harina de cotiledón de mango con aceite.



Fuente: el autor

Análisis sensorial a prototipo terminado.

Las muestras de las tres formulaciones de galletería fueron sometidas a un análisis sensorial por personal no entrenado, en donde se identificaron las principales características y atributos sensoriales, pertenecientes a cada muestra:

- La galleta #1 es suave, tostada pero no reseca y tiene buen sabor.
- La galleta #2 se siente de buen sabor, un poco tostada, seca y la harina se percibe en la boca con tamaño grueso (granulada).
- La galleta #3 es extremadamente seca, falta de dulce, muy tiesa, deja un sabor residual y la harina se percibe en la boca de tamaño grueso (granulada).

Análisis bromatológico a prototipo terminado.

Tabla 4. Análisis bromatológico a producto terminado

Análisis	Método	Galleta de harina de mango con aceite	Galleta patrón	Galleta de harina de mango sin aceite	NTC 1241 Productos de Molinería. Galletas Resultado
		Resultado	Resultado	Resultado	
% Humedad	Kirk et al (1996)	2,076	5,56	2,324	(máximo) 10
Actividad de agua a 25°C	AOAC 978.18	0,144	0,42	0,168	
Análisis de dureza (g)	Compresión simple	65,13		6929,8	
Azúcares totales	Espectrofotometría U.V-VIS %p/p	17,17	15,06	15,51	
Proteína cruda	Kjeldahl %p/p	6,4	7,4	6,9	(mínimo) 3,0
Cenizas	Incineración directa a 600°C %p/p	2,04	1,29	2,14	

Fuente: el autor

En la Tabla 4 se presentan los resultados de las pruebas bromatológicas realizadas a las muestras. Se observa que los valores de los parámetros de humedad y actividad de agua, son menores en las muestras que contienen harina de cotiledón de mango versus la muestra patrón; con lo cual la vida útil del producto que contenga dichas harinas se incrementará. Los parámetros de azúcares totales, proteína cruda y cenizas presentan valores similares, entre las tres muestras analizadas.

Tabla 5. Estimación de vida útil por modelación matemática

Galleta de harina de mango con aceite	Galleta patrón	Galleta de harina de mango sin aceite
5,46 meses con 100% de pérdida de las características sensoriales	2,16 meses con 100% de pérdida de las características sensoriales	5,08 meses con 100% de pérdida de las características sensoriales
2,73 meses con 50% de compactación del producto	1,08 meses con 50% de compactación del producto	2,54 meses con 50% de compactación del producto
1,64 meses con 30% de pérdida de las características sensoriales	0,65 meses con 30% de pérdida de las características sensoriales	1,52 meses con 30% de pérdida de las características sensoriales

Fuente: el autor

En la tabla 5 se muestra la estimación de vida útil por modelación matemática de las muestras analizadas que se relaciona con el fenómeno de ganancia de humedad. Otras reacciones de tipo oxidativo y microbiológicas no se tienen en cuenta en este modelo. Estos datos, son obtenidos mediante estimaciones matemáticas, por lo que se hace necesario validarlos con pruebas de tiempo y condiciones reales. De ellas, se puede observar que las muestras de galletería que contienen harina de cotiledón de mango, presentan una mayor vida útil con respecto a la muestra patrón.

Discusión y conclusiones

Las masas trabajadas con harinas de cotiledón de mango presentan características reológicas que se diferencian de las masas trabajadas exclusivamente con harina de trigo. Se recomienda realizar más exámenes especializados a los futuros ensayos de las diferentes formulaciones, como exámenes bromatológicos de determinación de humedad (la cual puede o no facilitar el desarrollo de microorganismos o cambiar las características de textura), cenizas (y así determinar el contenido de minerales en el alimento), fibra (polímeros fibrosos que no son asimilados por el organismo humano), proteína (como parte de los compuestos nutricionales de un alimento) los cuales permiten obtener valores homogéneos y reproducibles sobre la elaboración de los diferentes ensayos alimenticios; además que permiten la construcción de información nutricional y el cumplimiento de la normativa

vigente con respecto a nutrición y adición de micronutrientes en los alimentos de este rango.

Las harinas de cotiledón de mango aportan gran capacidad de retención de humedad, lo que puede representar modificación de las formulaciones trabajadas; esto se evidencia en los modelos matemáticos de vida útil, donde se evidencia el incremento de la vida útil y de las características sensoriales en las muestras con presencia de harinas de cotiledón de mango, con y sin aceite, donde casi se triplica el tiempo para que las galletas presenten deterioros asociados a la ganancia de humedad de las muestras y por consiguiente la pérdida de las calidades sensoriales (y posiblemente la incidencia en la aparición de problemas microbiológicos; aunque esto no se puede corroborar con este modelo matemático).

En las galletas con mezclas con harinas de cotiledón de mango se obtuvo una mayor granulometría en la composición del producto final, y por ende una sensación de trozos de miga de mayor tamaño al momento de ser consumida por parte de los jueces no entrenados; para ello se necesita de un equipo de procesamiento de harinas, que pueda entregar menores granulometrías en la refinación de las harinas a trabajar y así obtener galletas con tamaño de miga más uniforme.

Las formulaciones de galletería pueden ser modificadas según la disponibilidad, cantidad y características de las harinas de cotiledón de mango; dado que esta es una materia prima estacionaria.

Es muy importante realizar la etapa de preparación de la premezcla con condiciones adecuadas de BPM, para evitar la contaminación microbiológica.

Las harinas de cotiledón de mango pueden ser consideradas promisorias, ya que se estaría utilizando un residuo de la agroindustria, con lo cual se disminuye significativamente el impacto ambiental que generan.

Estas harinas, pueden aportar a los productos elementos como calcio, hierro y proteínas; así como la disminución de la A_w en los productos,

se están enriqueciendo con estos minerales y al tiempo la disminución de la humedad libre en el producto, puede alargar la vida útil de los productos.

Se recomiendan realizar análisis microbiológicos, para conocer el comportamiento de estas formulaciones, frente a los microorganismos propios de estos productos y del medio ambiente. A partir de la disponibilidad de materia prima (semilla de mango), podríamos obtener más harina de cotiledón, en las épocas de mayor cosecha.

En la búsqueda de harinas no convencionales se puede explorar múltiples residuos agroindustriales que se generan en el procesamiento de alimentos en nuestra región, como lo son cascara, semillas, frutos de descarte de productos como mora, tomate de árbol, lulo, plátano, aguacate, residuos de café, cítricos entre otras alternativas; con lo cual se daría un valor agregado a estos subproductos, disminuyendo el impacto ambiental y contribuyendo al mejoramiento nutricional de los alimentos dirigidos al hombre o animales.

Referencias Bibliográficas

- Acuña S.C., Sandoval A.L., Amador A.S., Suarique S.S., Zambrano J.M., González J.G. (2015). Caracterización funcional de la almendra de las semillas de mango [*Mangifera indica* L.]. (Functional Characterization of Mango Seeds Kernel [*Mangifera indica* L.]). *CIENCIA EN DESARROLLO*, 6(1): 67-76.
- Agronet. (2015). *Mango - Evaluaciones agropecuarias municipales*. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/Documents/Mango.pdf>. [Visitada en Noviembre 26 de 2019].
- Bello Pérez L.A., González Soto R.A., Sánchez Rivero M.M., Gutiérrez Meraz F., Vargas Torres A. (2006). Extrusión de almidones de fuentes no convencionales para la producción de almidón resistente. *Agrociencia*, 40(4).
- Fedemango. (2015). *Producción de mango en Colombia puede crecer cerca de 36%*. Agronegocios. Disponible en: <https://www.agronegocios.co/agricultura/produccion-de-mango-puede-crecer-36-2621672>. [Visitada en diciembre 14 de 2018].
- Giraldo L.M., Correa H.M., Gutiérrez J.B., Castano C.C. (2007). Aprovechamiento

del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L.) en la obtención de azúcares fermentables. *Ingeniería y Ciencia*, 3(6): 41-62.

Grande Tovar C.D. (2016). Valoración biotecnológica de residuos agrícolas y agroindustriales.

Henao S., Aristizábal J. (2009). Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. *Ingeniería e investigación*, 29(1).

León C.A., Sarmiento Y.P. (2015). Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de una salchicha estándar con adición de harina de mango (*mangifera indica* L.).

LIOFRUT. (2011). *Mango ¿Conoce sus propiedades?* Blogger. Disponible en: <http://liofrut.blogspot.com/2011/05/mangos-conoce-sus-propiedades.html>. [Visitada en 12 Diciembre de 2018].

Manrique Quevedo N., González Soto R.A., Othman Abu-Hardan M., García Suárez F.J., Bello Pérez L.A. (2007). Caracterización de mezclas de almidones de mango y plátano pregelatinizados mediante diferentes condiciones de extrusión. *Agrociencia*, 41(6).

Medina C., Paredes A., Rodríguez M.E., Moreno M., Belén-Camacho D., García D., Ojeda C. (2010). Evaluación de dos métodos de extracción de almidón a partir de cotiledones de mango. *Bioagro*, 22(1): 67-74.

Moreno Álvarez M.J. (1999). Evaluación fisicoquímica de una harina Integral proveniente de semillas de mango (*Mangifera indica* L. Var. Bocado).

Portillo J.J., Basilio J., Arana A., Contreras L.A., Bojórquez S., Estrada L.E., Ríos F.G., Estrada A., Castro C.B., Contreras G. (2012). Utilización de harina de almendra de mango cruda en la alimentación de gallinas productoras de huevo para consumo. *Reunión Nacional de Cuerpos Académicos del Área de la Medicina Veterinaria y Zootecnia*: 76.

Santos M.T., Armendáriz B.P., Arroyo J.C., Moreno Y.M. (2013). Obtención de aceite de semilla de mango manila (*Mangifera indica* L.) como una alternativa para aprovechar subproductos agroindustriales en regiones tropicales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 32: 258-266.

Saval S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *BioTecnología*, 16(2): 14-46.

Sumaya-Martínez M.T., Sánchez Herrera L.M., Torres García G., García Paredes D. (2012). Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 16(30). Torres-González M., Jiménez-Munguía M., Bárcenas-Pozos M. (2014). Harinas de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*: 8-1.

