



Caracterización de productos agrícolas cultivados en el departamento del Atlántico para la elaboración de películas bioactivas

Characterization of agricultural products grown in the department of the Atlantic for the production of bioactive films

Yaceris Mercedes Castro Escorcía.¹

Lorena Patricia Sarmiento Morales²

Teresa de Jesús Altamar Pérez³

Enedys Florez Cortes⁴

Resumen

Los envases bioactivos son una alternativa para la conservación y protección de los productos alimenticios ya que proporcionan efectos barrera, propiedad antioxidante y antimicrobiana a partir de la utilización de biocompuestos definidos como un conjunto de elementos que todos los seres vivos necesitan para el correcto funcionamiento del organismo. Las películas bioactivas que brindan funciones antimicrobianas y propiedades barreras sin necesidad de agregar aditivos químicos contribuyen no solo a funciones de protección y conservación, sino además permiten el manejo eficiente de los procesos logísticos propios de la cadena de suministro y abastecimiento de alimentos. (Puello & Zabaleta, 2014).

El objetivo de la presente investigación es la caracterización de las materias primas a utilizar en el desarrollo de películas bioactivas a partir del aprovechamiento de biocompuestos de mayor productividad en el Departamento de Atlántico, como estrategia de innovación para fomentar el diseño de nuevos materiales de empaque que tengan una

funcionalidad versátil para los productos y a la vez ayuden a potencializar las cadenas productivas agrícolas de la región.

La caracterización de las materias primas se aplicó a los productos de mayor productividad en el Departamento del Atlántico siendo la yuca con 80.613,5 toneladas, mango 37.951,75 toneladas y limón 22.414 toneladas se evaluaron con el propósito de conocer su composición y rendimiento, así como las funciones que podrían aportar dichos componentes en la elaboración de las películas bioactivas. En la fase experimental se tomaron muestras de cada una de las materias primas disponibles y se procedió a la extracción de los componentes de interés, en el cual se definieron como variables las concentraciones de almidón presente en la yuca, el mango (semilla) y residuos obtenidos del proceso de extracción del zumo de limón. Posteriormente se sometieron a los respectivos análisis fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo a lo contemplado en las normas técnicas.

Palabras claves

Películas bioactivas, empaque, conservación, innovación.

¹ Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Regional Atlántico, ymcastro@misena.edu.co

² Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Regional Atlántico, lpsarmiento5@misena.edu.co

³ Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Regional Atlántico, teresa.altamar@misena.edu.co

⁴ Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Regional Atlántico, eflorez8@misena.edu.co



Abstract

Bioactive packaging is an alternative for the conservation and protection of food products since they provide barrier effects, antioxidant and antimicrobial properties from the use of biocomposites defined as a set of elements that all living beings need for the proper functioning of the organism. . Bioactive films that provide antimicrobial functions and barrier properties without the need to add chemical additives contribute not only to protection and conservation functions, but also allow efficient management of the logistics processes of the food supply and supply chain. (Puello & Zabaleta, 2014).

The objective of this research is the characterization of the raw materials to be used in the development of bioactive films from the use of biocomposites with higher productivity in the Department of Atlántico, as an innovation strategy to promote the design of new packaging materials that have a versatile functionality for the products and at the same time help to potentiate the agricultural production chains of the region.

The characterization of raw materials was applied to the products with the highest productivity in the Atlantic Department, cassava with 80,613.5 tons, mango 37,951.75 tons and lemon 22,414 tons were evaluated in order to know their composition and yield, thus as the functions that these components could contribute in the elaboration of bioactive films. In the experimental phase, samples of each of the available raw materials were taken and the components of interest were extracted, in which the concentrations of starch present in cassava, mango (seed) and residues were defined as variables. obtained from the lemon juice extraction process. Subsequently, they were subjected to the respective physicochemical and microbiological analyzes in accordance with the provisions of the technical standards.

Keywords

Bioactive films, packaging, conservation, innovation.

Introducción

Los envases bioactivos son una alternativa para la conservación y protección de los productos alimenticios ya que proporcionan efectos barrera, propiedad antioxidante y antimicrobiana a partir de la utilización de biocompuestos definidos como un conjunto de elementos que todos los seres humanos y todos los seres vivos necesitan para el correcto funcionamiento del organismo. Las películas bioactivas que brindan funciones antimicrobianas y propiedades barrera sin necesidad de agregar aditivos químicos contribuyen no solo a funciones de protección y conservación, sino además permiten el manejo eficiente de los procesos logísticos propios de la cadena de suministro y abastecimiento de alimentos. (Puello & Zabaleta, 2014).

Las principales características de los envases bioactivos es el aporte de sus propiedades funcionales siendo las más relevante la actuación sobre la temperatura, modifican la composición del espacio en que se encuentra el alimento, añaden componentes al alimento para aumentar su conservación o para otros fines, entre otros. (Enric Riera Valls, 2004). Los materiales plásticos ofrecen estas características, sin embargo, estos presentan algunos inconvenientes siendo la migración la que presenta mayor incidencia en la calidad de los productos generando consigo riesgo de inocuidad. (Galotto, M.J. et al., 2008). Igualmente, los plásticos de origen no biodegradable para el envasado y distribución de alimentos generan un impacto negativo ya que propician la contaminación ambiental la cual ha incrementado debido al constante uso de este material con una representatividad en el consumo de SAO sustancias agotadoras de ozono. (DANE, 2015)

La incorporación de compuestos agroindustriales con alto contenido de elementos funcionales que permitan la elaboración de películas bioactivas, se convierte en una alternativa viable para la aplicación de nuevas tecnologías que apunten al desarrollo de procesos sustentables.

En este proyecto se pretende realizar un aprovechamiento de los biocompuestos de alta productividad en el departamento del Atlántico, innovando en el desarrollo de películas bioactivas biodegradables que cumplan con las especificaciones de proteger las características principales de un alimento. Así mismo, se podrán realizar aportes considerables a la investigación, innovación y aplicación de tecnologías con el desarrollo de posibles prototipos de envases bioactivos a nivel experimental.

Marco teórico

Para poder desarrollar este trabajo investigativo fue indispensable consultar trabajos relacionados con la elaboración películas bioactivas a partir del aprovechamiento de biocompuestos o fuentes poliméricas naturales, los que más se destacaron por aportar información significativa fueron:

a. A nivel internacional

Lopez Sayuri (2017), realizó una investigación la cual tuvo como objetivo evaluar un envase biodegradable a partir de yuca para prolongar la vida útil de dos frutas: fresa (*Fragaria vesca*) y zarzamora (*Rubus sp.*), almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración. Se evaluó tres factores con dos niveles cada uno (envase, temperatura y tipo de fruta). La variable respuesta fue el tiempo de vida útil, para lo cual se determinaron: pH, acidez, °Brix, apariencia, color y energía calorífica. Las frutas con envase y en refrigeración, mantuvieron sus características organolépticas y fisicoquímicas hasta los nueve días. Ambas frutas, fresa y zarzamora, se conservaron hasta siete días a temperatura ambiente y nueve días en refrigeración, empleando el envase, tiempos superiores al control (sin envase al ambiente).

Bustamante y Peralta (2018), "Caracterización de biopolímero obtenido a partir de leche de vaca y almidón de yuca", obtuvieron un biopolímero a partir de tres diferentes formulaciones en relación almidón-



caseína donde se pudo determinar que al agregar diferentes aditivos gelificantes ayudan a mejorar las propiedades físicas y mecánicas del producto final.

b. A nivel nacional

Parra et al. (2016), estudiaron el efecto del empaque de banano bocadillo sobre las propiedades mecánicas de un empaque biodegradable el objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento de las propiedades mecánicas de un empaque biodegradable elaborado a partir de yuca, glicerol, ATP, APL y PCL, utilizado en el almacenamiento de banano bocadillo (*Musa acuminata*) en condiciones ambientales. Se evaluó la tensión y el sellado del empaque con fruto (tratamiento 1: T1) y sin fruto (T2) en los días 0 y 16 de almacenamiento. Se encontró que el T1 mantuvo una mejor resistencia de sellado (161,51 MPa), comparado con el T2 (111,85 MPa). En cuanto a la tensión, no se encontraron cambios significativos por efecto del tratamiento, por lo que el empaque de este tipo de productos con un control adecuado podría ser factible.

Puello & Zabaleta (2014), investigaron sobre la obtención de una película biodegradable a partir del olote de maíz para ser utilizada como empaque de alimentos, a escala laboratorio en donde seleccionaron el método para la elaboración de una película biodegradable, caracterizaron fisicoquímica, microbiológica y organolépticamente la materia prima (Olote de maíz) formularon y estandarizaron el proceso para la obtención de películas biodegradables a partir del olote de maíz obteniendo como resultados un material apto para la elaboración de embalajes.

c. Características generales de las materias primas a utilizar en la elaboración de las películas bioactivas

Yuca: La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) también conocida como mandioca, es una raíz amilácea perteneciente a la familia Euphorbiaceae y constituye una de las fuentes de energía más importantes para las zonas tropicales del mundo.

Aunque la yuca prospera en suelos fértiles, su ventaja comparativa con otros cultivos más rentables es su capacidad para crecer en suelos ácidos, de escasa fertilidad, con precipitaciones esporádicas o largos períodos de sequía. El cultivo es de amplia adaptación ya que se siembra desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm, a temperaturas comprendidas entre 20 y 30 °C con una óptima de 24 °C, una humedad relativa entre 50 y 90 por ciento con una óptima de 72 por ciento y una precipitación anual entre 600 y 3000 mm con una óptima de 1500 mm (FAO, 2018).

Mango: El mango es una especie frutícola tropical, originaria de la India. Perteneció a la familia botánica de las anacardiáceas y se ha adaptado a diferentes pisos térmicos debido a su rusticidad. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1.650 metros de altitud. Su capacidad de adaptación es tal, que se ha generado el llamado mango criollo o naturalizado colombiano, gracias a la polinización cruzada que ha dado origen a más de 200 ecotipos o subpoblaciones genéticas diferenciadas (DANE, BOLETÍN MENSUAL INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, 2015).

Limón: El Limón, es la denominación que damos en América Latina a dos especies de plantas del género *Citrus* (*Citrus aurantifolia* o *Citrus limón*) y a sus variedades. Ha sido considerado uno de los frutos más prodigiosos que haya podido existir en el viejo mundo. En particular los griegos y romanos del primer siglo ya le denominaban “la manzana de oro”, al limón verdadero (*Citrus limón*); debido a que entre otras cosas, la medicina de la época podían curar y tratar más de 100 enfermedades con él (Agrotendencias, 2019).

Metodología

a. Tipo de investigación

Descriptivo: El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones y actitudes predominantes a través de la descripción

exacta de las actividades o procesos. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables en este caso sería las relacionadas con las variables que expresa la norma técnica colombiana y los resultados dados por el producto elaborado en el laboratorio.

Experimental: La parte experimental se realizara con la caracterización de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos de las materias primas para determinar la variedad de biocompuestos, a fin de determinar la idoneidad de las materias primas a utilizar en el desarrollo de las películas bioactivas

b. Desarrollo metodológico

Determinación de la producción y rendimiento de la yuca, mango y limón a utilizar en la elaboración de las películas bioactivas.

En esta etapa inicial se determinó la producción y rendimiento de cada biocompuesto en el Departamento de Atlántico a través de una revisión de las fuentes secundarias estadísticas proporcionadas por las entidades gubernamentales internacionales y nacionales como la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural con el fin de establecer parámetros de biodisponibilidad y productividad en el departamento del Atlántico.

Establecimiento de las especificaciones técnicas de la yuca, mango y limón a utilizar en la elaboración de las películas bioactivas.

El establecimiento de las especificaciones técnicas de la yuca, mango y limón se desarrolló por medio de una exploración bibliográfica actualizada y alternamente a esto se revisaron la Norma Técnicas Colombianas (NTC) de cada producto inmerso en la

investigación siendo las siguientes: NTC 1255 yuca para consumo, NTC 5139 mango criollo y NTC 4087 limón. Posteriormente se realizó un análisis comparativo entre los datos que se obtuvieron a través de las fuentes bibliográficas y los desarrollados en la preparación de los materiales en laboratorio.

Acondicionamiento de las materias primas yuca, mango y limón a utilizar en la elaboración de las películas bioactivas.

Para realizar el acondicionamiento de las materias primas a utilizar se determinaron las actividades y operaciones unitarias necesarias para la preparación de los biocompuestos a usar en la elaboración de las películas bioactivas, partiendo de la adquisición de cada producto e insumo, seguido de la ejecución de cada uno de los procesos unitarios que permitieron la extracción de las diferentes concentraciones pépticas y poliméricas representativas en cada producto y demás compuestos propios de cada producto.

Evaluación de los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos de la yuca, mango y limón a utilizar en la elaboración de las películas bioactivas.

En esta fase se evaluaron los productos mediante el análisis de los parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y organolépticos obtenidos en los diversos ensayos a escala de laboratorio donde se priorizó la disponibilidad de almidón y fuentes pépticas como material indispensable en la formación las biopelículas.

Resultados

Determinación de la producción y rendimiento de la yuca, mango y limón a utilizar en la elaboración de las películas bioactivas.

Yuca: El Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, reporta en su informe



de comunicado de prensa del tercer Censo Nacional Agropecuario del 2015 que durante el año 2014 en Colombia se obtuvo una producción de 517.489 toneladas de yuca, con rendimientos promedios de 12,4 toneladas por hectárea al año; siendo el departamento del Meta el principal productor con 174.105 toneladas que corresponden al 33,6% de la producción total, seguido por los departamentos del Magdalena, Sucre y Bolívar, entre otros. (DANE, 2015) frente a reportes estadísticos de la FAO divulgando que Colombia posee 218.454 hectáreas de yuca cosechadas con un rendimiento y producción de 100.147 hg/ha y 2187.757 toneladas respectivamente (FAOSTAT, 2017). La producción de yuca por departamento observando que en el Atlántico se registran 7.040 hectáreas con una producción de 80.613,5 toneladas y un rendimiento de 11,45 ha/ ton (AGRNET, 2018).

Mango: El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural reporta en su informe de comunicado de indicadores e instrumentos de 2018 entregado a la presidencia de la república que se obtuvo una producción de 261.154 toneladas de mango, con rendimientos promedios de 12,7 toneladas por hectárea al año; siendo los departamentos de Cundinamarca, Tolima y Magdalena los principales productores con 68% de áreas sembrada en el país. (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL SIOC, 2018) frente a reportes estadísticos de la FAO divulgando que Colombia posee 111.884 hectáreas de mango cosechadas con un rendimiento y producción de 100.147 hg/ha y 321.220 toneladas respectivamente (FAOSTAT, 2017). La producción de mango por departamento observando que en el Atlántico se registran 2.569,6 hectáreas con una producción de 37.951,75 toneladas y un rendimiento de 14,77 ha/ ton (AGRNET, 2018).

Limón: La Asociación de Cultivadores de Hortalizas y Frutas de Colombia ASOHOFRUCOL reporta en su informe de Comportamiento del Mercado Nacional e Internacional de Cítricos Frescos de 2018 entregado a la presidencia de la república

que se obtuvo una producción nacional de 640,681 toneladas de frutos cítricos en un área de producción de 51.604 Ha con rendimiento de toneladas/ hectáreas de limón en un 13,8 ASOHOFRUCOL, (2018) frente a reportes estadísticos de la FAO divulgando que Colombia posee 13.817 hectáreas de frutos cítricos cosechados con un rendimiento y producción de 136.615 hg/ha y 189.479 toneladas respectivamente. (FAOSTAT, 2017). La producción de limón por departamento observando que en el Atlántico se registran 927, 5 hectáreas con una producción de 22.414 toneladas y un rendimiento de 24, 17 ha/ ton. (AGRNET, 2018).

Establecimiento de las especificaciones técnicas de las materias primas a utilizar en la elaboración de las películas bioactivas.

A partir de la revisión bibliográfica y normativa se logró establecer las especificaciones técnicas de los yuca, mango y limón que se utilizarán en la elaboración de las películas bioactivas. Posteriormente se realizó una validación de los rendimientos y componentes de cada una de las materias primas objeto de análisis.

Yuca: Se tomó como referencia 3 muestras de yuca de distintas variedades (secundina, venezolana y blanca mona), cada una de ellas con un peso promedio de una libra. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1.
Rendimientos de la extracción del almidón de yuca

Variedad	Canti- dad de Yuca con Cáscara (g)	Cantidad de Pulpa de Yuca (g)	Canti- dad de Cáscara (g)	Rendi- miento de Fibra (%)	Rendi- miento de Almidón (%)
Secundina	453.6	382.9	90.7	38	30
Venezolana	453.8	376.7	77.1	43	34
Blanca mona	453.2	358.0	95.2	28	34

Fuente: Elaboración propia.

Mango: Se tomó como referencia 3 muestras de semillas de mango de distintas variedades, cada una de ellas con un peso de 1 kilogramo (kg). Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2.
Rendimientos de la extracción del almidón de la almendra de mango

Variedad de yuca	Peso inicial cascara (g)	Peso almendra (g)	Peso en-voltura almendra (g)	Rendimiento de la fibra (%)	Rendimiento del almidón (%)
Hilaza	453.6	375.4	78.2	16	21
Azúcar	453.6	324.5	129.1	12	16
Manzanita	453.4	368.2	85.2	14	19

Fuente: Elaboración propia.

Limón: Se tomó como referencia 4 muestras de limón de distintas variedades, cada una de ellas se le extrajo el jugo y procedió a pesar 500 g de los residuos obtenidos por cada variedad. Luego se deshidrato, molió y tamizó Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3.
Rendimientos de los desechos de la extracción del jugo de limón

Variedad de limón	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Porcentaje de Rendimiento(%)
Limón criolla	500	123.5	24.7
Limón mandarina	500	118	23.6
Limón Tahití	500	121.4	24.3
Limoncillo	500	215.1	43.0

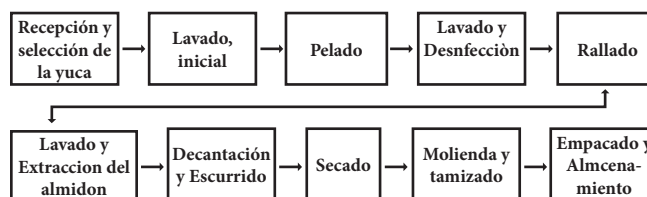
Fuente: Elaboración propia.

Acondicionamiento de las materias primas yuca, mango y limón a utilizar en la elaboración de las películas bioactivas.

Diagrama de flujo del proceso de extracción del almidones y componentes utilizados en a elaboración de las películas bioactivas:

Yuca

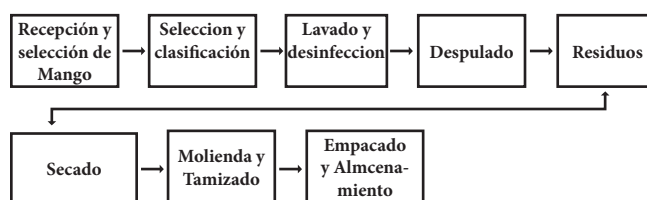
Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de extracción del almidón de yuca



Fuente: Elaboración propia.

Mango

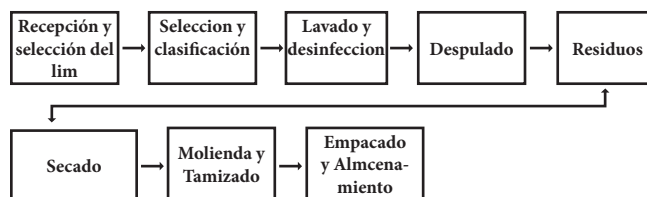
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de extracción del almidón de la almendra de mango



Fuente: Elaboración propia.

Limón

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de extracción del almidón de yuca



Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos de la yuca, mango y limón a utilizar en la elaboración de las películas bioactivas.

Yuca

Los resultados fisicoquímicos obtenidos para el almidón de yuca fueron: sólidos solubles 16° Brix, pH



5.2, grasa 0.2%, cenizas 0.3%, proteínas 0.45%, Fibra 0.12%.

Los resultados microbiológicos el recuento de mesófilos aerobios (<3), Coliformes totales (0), Escherichia coli (0), salmonella (Ausente), mohos y levaduras (<10), indican que se encuentran dentro los parámetros establecidos en la NTC 6066, razón por la cual se considera un producto inocuo para el desarrollo de las películas bioactivas.

Mango

Los resultados fisicoquímicos obtenidos para el almidón de mango fueron: sólidos solubles 15° Brix, pH 5.1, grasa 7.42%, cenizas 1.25%, proteínas 0.97%, Fibra 0.44%, acidez titulable 0.3%. Los resultados microbiológicos el recuento de mesófilos aerobios (<3), Coliformes totales (0), Escherichia coli (0), salmonella (Ausente), mohos y levaduras (<3), indican que se encuentran dentro los parámetros establecidos en la NTC 6066, razón por la cual se considera un producto inocuo para el desarrollo de las películas bioactivas.

Limón

Los resultados fisicoquímicos obtenidos para el almidón de limón fueron: sólidos solubles 11° Brix, pH 3.4, grasa 0.32%, cenizas 1.25%, proteínas 0.35%, Fibra 3.4%, acidez titulable 0.5%. Los resultados microbiológicos el recuento de mesófilos aerobios (<10), Coliformes totales (0), Escherichia coli (0), salmonella (Ausente), mohos y levaduras (0), indican que se encuentran dentro los parámetros establecidos en la NTC 6066, razón por la cual se considera un producto inocuo para el desarrollo de las películas bioactivas.

Conclusión

Se logró estandarizar el proceso de estandarización para la obtención de almidón de yuca y de la almendra de mango, así como obtención de una harina a partir de los residuos de la extracción del jugo de limón

En el caso de la cascara de yuca se puede lograr un mejor aprovechamiento mediante la extracción del almidón, lo cual mejora el rendimiento con respecto del almidón de esta materia prima.

Se determinaron las operaciones y mecanismos de control necesarios para la extracción del almidón tanto de la yuca, como del mango, igualmente para obtención de las harinas a partir del limón.

La estabilidad microbiológica fue óptima de los almidones (yuca y mango) y harina obtenida (limón).

La humedad final del almidón (yuca y mango) y harina obtenida (limón) se encuentra de los optimo, lo cual a larga su vida útil y estabilidad.

Recomendaciones

- Incluir variedades de yuca industrial y otras variedades mango (chancleta, filipino, entre otras) de la zona del departamento del Atlántico.
- Determinar los compuestos de la harina de limón que puedan tener efectos bioconservantes.

Agradecimientos

Al personal administrativo, a los instructores del área agroindustrial, los aprendices del semillero de investigación de innovación agroindustrial - SEINA del centro para el desarrollo agroecológico y agroindustrial, SENA, Regional Atlántico.

Bibliografía

Rodríguez-Sauceda, Raquel; Rojo-Martínez, Gustavo E.; Martínez-Ruiz, Rosa; Piña-Ruiz, Hugo H.; Ramírez-Valverde, Benito; Vaquera-Huerta, Humberto; Cong-Hermida, Milagros de la C. 2014 ENVASES INTELIGENTES PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS. Universidad Autónoma Indígena de México El Fuerte, México.

- López Portocarrero Sayuri, 2017. Evaluación de la vida útil de dos frutas usando un envase biodegradable de yuca (Manihot esculenta). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Perú.
- Bustamante Rosman y Peralta Maritza, (2018), “Caracterización de biopolímero obtenido a partir de leche de vaca y almidón de yuca”. Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil-Ecuador.
- Parra Amanda, Montilla Camilo Elías y Villada Héctor Samuel, 2016. Efecto del empaque de banano bocadillo sobre las propiedades mecánicas de un empaque biodegradable. Disponible en: icta.bogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2017/02/149B025-1.pdf
- Puello, B. Zabaleta, L. 2014. Obtención de una película biodegradable a partir del olote de maíz para ser utilizada como empaque de alimentos, a escala laboratorio, en la Universidad de San Buenaventura. Cartagena.
- La yuca, FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a1028s/a1028s01.pdf>
- DANE, 2015. Cultivo del mango, Mangifera indica, y su comportamiento frente a las condiciones ambientales y de manejo. 2015. Boletín mensual INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_ene_2015.pdf
- Agrotendencias, 2019. El cultivo del limón. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-limon/>
- Organización de la Naciones Unidas ‘para la Alimentación y la agricultura obtenido de http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, 2015. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario>
- AGRONET, 2018. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Asociación de Cultivadores de Hortalizas y Frutas de Colombia ASOHOFRUCOL, 2018. Comportamiento del Mercado Nacional e Internacional de Cítricos Frescos. Obtenido de http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/CongresoInternacionalCitricola/Comportamiento_Mercado_Nacional_Internacional_c%C3%ADtricos_frescos.pdf