

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LA TRANSFORMACIÓN DE FRUTAS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOEMPAQUES



UTILIZACIÓN DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LA TRASFOMACIÓN DE FRUTAS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOEMPAQUES

Camila Andrea Ubaque Beltrán¹
Maron Dayana Alfonso Morales²
Sandra Marcela Hernández Pedraza³
Sergio Leonardo Flórez Cárdenas⁴

Resumen

La investigación tuvo como objetivo desarrollar un bioempaque como alternativa en el uso de polietileno para la elaboración de empaques sintéticos. En este sentido, se utilizó semilla de aguacate variedad Lorena de origen colombiano, donde la semilla queda como residuo después de su proceso de transformación en procesos culinarios, farmacéuticos, estéticos etc. Adicionalmente, para contribuir con mitigar el impacto ambiental. El método de extracción de almidón aplicado fue a través de decantación y secado a 60°C. Luego se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos, resultando 9 % de

humedad, 75 % contenido de almidón, 55°C Temperatura de gelatinización, Ceniza 0,3, 4,5 pH y los recuentos de mohos y levaduras 500 UFC/g, mesofilos aerobios 10.300 UFC/g, E.coli <10 UFC/g y detección de Salmonella Ausente/25g, cumpliendo con normatividad vigente. Demostrando, que el bioempaque con la adición de extracto etanólico de propóleo es una alternativa prometedora de conservación para las moras tipo castilla extendiendo su vida útil.

Palabras clave: Residuos, transformación de frutas, bioempaques, propóleo, antimicrobiano.

¹ Microbióloga Industrial, Instructor SENA. Correo: caubaque4@misena.edu.co

² Tecnóloga en Procesamiento de alimentos, SENA. Correo: maronalfonso@gmail.com

³ Aprendiz Tecnología en control de calidad de alimentos, SENA. Correo: purpura263@misena.edu.co

⁴ Aprendiz Tecnología en control de calidad de alimentos, SENA. Correo: slflorez@misena.edu.co

USE OF RESIDUES FROM FRUIT TRANSFORMATION FOR THE PREPARATION OF BIOPACKAGE

Abstract

The objective of the research was to develop a bio-packaging as an alternative in the use of polyethylene for the production of synthetic packaging. In this sense, Lorena variety avocado seed of Colombian origin was used, where the seed remains as a residue after its transformation process in culinary, pharmaceutical, aesthetic processes, etc. Additionally, to help mitigate the environmental impact. The starch extraction method applied was through decantation and drying at 60 ° C. Then physicochemical and microbiological analyzes were carried out, resulting in 9% humidity, 75% starch content, 55 ° C Gelatinization temperature, Ash 0.3, 4.5 pH and the count of molds and yeasts 500 CFU / g, aerobic mesophylls 10,300 CFU / g, E.coli <10 CFU / g and detection of Salmonella Absent / 25g, complying with current regulations. Demonstrating that bio-packaging with the addition of ethanolic extract of propolis is a promising conservation alternative for blackberries, extending their useful life.

Keywords: Waste, fruit processing, bio-packaging, propolis, antimicrobial.

Introducción

Con el fin de proteger los alimentos a nivel industrial se han desarrollado empaques donde el propósito principal es cuidarlos de múltiples daños al que

estos pueden o están expuestos con el objetivo de ofrecer al consumidor un producto inocuo que sea apto para el consumo humano y le brinde todos los nutrientes necesarios para los procesos biológicos. Razón por la cual, el plástico ha sido utilizado como material imprescindible para la fabricación de películas protectoras, envases y bolsas de diversos calibres entre otros.

No obstante, su uso indiscriminado lo ha convertido en un agente contaminante peligroso generando un impacto negativo sobre el medio ambiente planeta, considerando el panorama ambiental a nivel global prima la necesidad de buscar otros tipos de materiales donde una opción son los desechos orgánicos (Como semillas y cascaras) donde podemos encontrar gran variedad de compuestos potencialmente aprovechables como polisacáridos, proteínas, antioxidantes, antimicrobianos.

Según un estudio del DNP (Departamento de Planeación Nacional) del año 2016, en Colombia se perdió 9,76 millones de toneladas de comida al año es decir de cada 3 toneladas una se desperdició. En la actualidad gran parte de los residuos son desechados principalmente por el desconocimiento de sus propiedades y/o desconocimiento en el manejo de

residuos sólidos (Colombianos botan 9, 2016).

El objetivo principal de esta investigación, fue hacer uso de la semilla de aguacate variedad Lorena que queda como residuo proveniente de la transformación del aguacate que se usa en culinaria , cosmética , farmacéutica etc. de esta semilla se obtiene el almidón materia prima que en conjunto con otros aditivos es transformado en un bioempaque en el cual se incorpora agentes antimicrobianos como el extracto etanolico de propóleo para la conservación de frutas en este caso moras variedad castilla, este bioempaque resulta ser una alternativa para remplazar el uso de plástico y su vez prolongar el tiempo de vida útil en moras.

Fundamento teórico

Los polímeros sintéticos están siendo gradualmente reemplazados por materiales biodegradables de fuentes naturales en algunas aplicaciones a nivel agrícola e industrial. Más que el origen, la estructura química de los biopolímeros es la que determina la biodegradabilidad. El uso de tales biopolímeros abre un gran potencial económico y benéfico en el área de los empaques, dada la similitud de los materiales naturales con los sintéticos en cuanto a sus propiedades mecánicas, de barrera y transmisión de luz.

La innovación en técnicas de conservación e integridad estructural de los alimentos, así como la completa biodegradación debe ser adaptado a los constituyentes de los bio-empaques. El desarrollo de materiales biodegradables pertenece a nichos de mercado bien definidos, pero se pueden ampliar a otros en el futuro, en la medida en que la investigación entre en contacto con otras fuentes o interrogantes planteados para la obtención, elaboración y fabricación de materiales biopoliméricos para bioempaques (Villada, Acosta & Velasco, 2007).

Las tecnologías emergentes en materia de conservación de alimentos, se han convertido en el centro de atención de gran parte de la industria alimentaria actualmente los empaques presentan un rol muy importante en la conservación, protección y comercialización de los alimentos. Debido a eso se han desarrollado nuevas tecnologías para poder cubrir ciertas funciones que antes no se consideraban como parte de un empaque, un ejemplo de estos son los empaques activos, los cuales son capaces de tener una serie de interacciones con el producto extendiendo la vida de anaquel, manteniendo su calidad y mejorando la seguridad y atributos sensoriales.

Este tipo de empaques se puede aplicar para distintos tipos de alimentos tanto como lácteos, cárnicos y productos de panificación. El concepto de empaques activos

empezó con el cambio de las funciones de protección al pasar de empaques pasivos a activos. Anteriormente los materiales de los empaques primarios eran considerados como pasivos, refiriéndose a que su función solo se limitaba a la protección contra el oxígeno y humedad a través de una barrera inerte, diversos materiales han sido desarrollados para poder tener una serie de interacciones con el producto.

Por otro lado, los estudios relacionados con el empaque activo están encaminados hacia la caracterización de nuevos bioempaques basadas en hidrocoloides de fuentes no convencionales y hacia la determinación de la capacidad que éstas poseen para liberar compuestos con funciones preestablecidas. Así mismo, deben evaluarse las interacciones y la estabilidad que puedan ofrecer dichas matrices (Rodríguez et al., 2014).

Bioempaques

Los empaques son materiales que buscan la integridad al ciclo de degradación del medio ambiente. Con el objetivo de proteger productos o alimentos para su posterior comercialización y no afectar los ecosistemas al momento de su desecho transformándose de esta manera en Biomasa que no afecta los suelos o los mares. Estos son elaborados a partir de biopolímeros

como por ejemplo el almidón, el cual tiene la capacidad de elaborar películas con ayuda de un agente plastificante (Fernández, 2019).

El término verde es alternativamente conocido como "sostenible", "eco-friendly" o "environmentally friendly". La traducción del término significa, ser respetuoso o amigable con el ambiente. Este concepto se ha instaurado como una palabra de moda en una amplia gama de bienes y servicios, por lo que en los últimos años ha ido ganando interés hasta lograr establecerse como una tendencia en una gran mayoría de los consumidores, y en general por la misma sociedad en su concientización por coadyuvar a minimizar el impacto ambiental, mediante la adopción de productos respetuosos con el medio ambiente (Valdez, 2018).

Sin embargo, existe una cantidad de ventajas y desventajas al momento de su aplicación.

Biopolímeros

Los biopolímeros son un compuesto orgánico de peso molecular variado, conformado por unidades repetitivas denominadas monómeros, su desarrollo difiere de los sintéticos, ya que están hechos de materiales biológicos debido a que al menos un paso del proceso de degradación ocurre en el metabolismo de organismos vivos pero son menos estables que la mayoría de materiales sintéticos, es decir que bajo

condiciones adecuadas de humedad, temperatura y disponibilidad de oxígeno conduce a la desintegración de los bioempaques evitando la producción de toxinas dañinas para el ambiente (Cáceres y Caracheo, 2017).

La clasificación de biopolímeros viene relacionada principalmente por su origen, ya sea natural o sintético. Los biopolímeros naturales como: almidón, celulosa, quitosano y agar derivados de carbohidratos, así como gelatina, gluten, alginato, proteína de suero y colágeno derivados de

proteínas. Según Othman⁶ las tecnologías actuales han logrado desarrollar biopolímeros sintéticos que pueden ser producidos por fermentación o acción microbiana como polihidroxi-alcianoatos (PHA), Ácido polihidroxibutírico (PHB), Poli (3-hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato) (PHBV) o través de una síntesis química que incluyen ácido poliláctico (PLA) extraídos de recursos agrícolas (biomasa) o estos derivados del petróleo como policaprolactona (PCL), ácido poliglicólico (PGA), alcohol polivinílico (PVA) (Morfin, Martínez y López, 2013).

Tabla 1. Ventajas y limitaciones de los empaques basados en biopolímeros

Beneficios	Limitaciones
Biodegradable y favorable al medio ambiente	Baja propiedad de barrera
Puede hacerse comestible	Menos resistencia a la tracción
Sin liberación de sustancias tóxicas	Frágil
Sin alteración en las propiedades inherentes de los alimentos	Baja temperatura de distorsión de Calor
Se puede agregar con componentes activos	Alta permeabilidad al gas y al vapor
Utilización de desechos	Baja resistencia a las condiciones de procesamiento pesado

Fuente: Fernández (2019).

Almidón

El almidón son dos polisacáridos químicamente distinguibles: la amilosa y la amilopectina. La amilosa es un polímero lineal de unidades de glucosa unidas por enlaces α (1-4), en el cual algunos enlaces α (1-6) pueden estar presentes. Esta

molécula no es soluble en agua, pero puede formar micelas hidratadas por su capacidad para enlazar moléculas vecinas por puentes de hidrógeno y generar una estructura helicoidal que es capaz de desarrollar un color azul por la formación de un complejo con el yodo. Mientras que la amilopectina es un polímero ramificado de unidades

de glucosa unidas en un 94-96% por enlaces α (1-4) y en un 4-6% con uniones α (1-6). Dichas ramificaciones se localizan aproximadamente a cada 15-25 unidades de glucosa. La amilopectina es parcialmente soluble en agua caliente y en presencia de yodo produce un color rojizo violeta (Ayala, Valenzuela y Bohórquez, 2013).

El proceso experimental para la obtención del bioempaquete a partir de almidón obtenido de la semilla de aguacate la cual contiene 64.69% de almidón se implementaron varias etapas por separado y que luego se unieron para obtener un prototipo del empaque.

El Glicerol

El glicerol es un agente suavizante para los almidones mejorando la flexibilidad de las películas resultantes, el glicol de peso molecular bajo o cadenas cortas son efectivos para plastificar mientras que las cadenas largas o altas pesos moleculares fallan en dicha función, este plastificante hace que reduzca los enlaces intermoleculares entre cadenas de polímeros, modificando las propiedades mecánicas y produciendo películas más flexibles, la concentración de glicerol es de gran importancia en la solubilidad de las películas debido a que es una molécula hidrofílica y esta es compatible con los biopolímeros que conforman las películas por lo que a mayor concentración, la solubilidad de

la película se favoreció (Chapuel y Reyes, 2019).

Propóleo

El própolis o propóleo es una resina cética natural, de composición compleja y consistencia viscosa, que las abejas elaboran a partir de partículas resinosas de diferentes vegetales. Su composición difiere en función de la variedad de las abejas, el clima, la flora, la época de recolección y la situación geográfica. Los principales componentes del propóleo son resinas y bálsamos, compuestas por flavonoides, terpenos, ácidos fenólicos y sus ésteres, ceras, aceites esenciales, polen y compuestos orgánicos.

También contiene provitamina A y vitaminas del grupo B, especialmente B3. Es prácticamente insoluble en agua, pero soluble en alcohol, razón por la cual la mayoría de las aplicaciones se realizan a través de extractos etanólicos. El propóleo es una sustancia de color verde pardo, castaño o incluso casi negro, dependiendo de su origen botánico.

La consistencia varía según la temperatura; por debajo de los 15°C es duro y frágil, alrededor de los 30-35°C es suave y moldeable, entre los 35 y 60°C es pegajosa y se funde a los 60-70°C y es bastante termoestable, manteniendo sus propiedades antibacterianas después de haber sido sometido a temperaturas de 100° C

durante media hora (Figueroa, Salcedo, Olivero y Narvaez, 2011).

Una de las propiedades más estudiada de los propóleos es su actividad antibacteriana. Además, se reportan propiedades antibióticas, antifúngicas, antioxidantes, antivirales, inmunomoduladoras y antiparasitaria. Estudios recientes atribuyen éstas propiedades a la presencia de compuestos del tipo terpénico, flavonoides y antraquinonas. Los compuestos identificados corresponden a flavononas, dihidroflavonas, sesquiterpeno farnesol así como acacetina, ácido cinámico, cumarina, galangina, izalpina, kaempferido pinocembrina, preniletina, viscidona y vanillina (Figueroa et al., 2011).

Moras de castilla

La mora de Castilla pertenece a la Familia Rosáceae, del género *Rubus* y especie *glaucus*, también es conocida como mora andina, en América del Norte y Europa también es conocida como zarzamora. La planta es originaria de las zonas altas tropicales de América, en Colombia existen varias especies, la mayoría de las cuales son propias de las zonas andinas, en el país la mora es tan conocida y apreciada por los industriales como por las amas de casa que, propiamente hablando, no hay que hacerle publicidad, es solo presentarla en forma atractiva,

higiénica y sin algún deterioro (Ramírez, 2012).

La morfología de la planta es de vegetación perenne de tallos rastreros, de porte arbustivo semi erecto, conformada por varios tallos espinosos que pueden crecer hasta tres metros con diámetros entre 1 y 3 cm. Las hojas trifoliadas, ovoides de 4 a 5 centímetros de largo con aguijones curvos, verdes por el haz y vellosos por el envés.

El fruto es esférico o elipsoidal de tamaño variable, 2 a 4 cm de longitud, con un diámetro promedio de 20 mm; de color verde cuando se están formando, cuando está maduro el color varía entre púrpura claro y oscuro, y están dispuestos en racimos largos. Está compuesto 20 por la unión de pequeños frutos esféricos en forma de racimo llamados drupillas unidas a un receptáculo, el peso del fruto va de 3,0 a 5,0 gramos, es de consistencia dura y sabor agridulce cuando la madurez es incompleta y dulce cuando alcanza la madurez (Ramírez, 2012).

Persea americana variedad Lorena

Persea americana variedad Lorena es una variedad originada hacia el año 1957 en la finca Lorena, ubicada en el municipio de Palmira, Valle del Cauca, posiblemente a partir de una selección de la variedad antillana Trapp. Es una variedad que se

comporta muy bien a bajas y medianas alturas, llegando a 1.500 metros sobre el nivel del mar. Es de anotar que a la variedad Lorena, como a otros cultivares similares en su forma y color, se les conoce como aguacates «Papelillos», en razón al poco grosor de la cáscara, asemejándose a un papel, y que los hace fáciles de pelar.

Esta variedad está bastante difundida en zonas medias y cálidas, con muy buen mercado y gran aceptación por el consumidor, por su sabor característico y la calidad de la pulpa. Los frutos son de forma alargada, ligeramente oblicuos, de tamaño grande; alcanzan pesos de 400 a 600 gramos y miden 14,69 cm de largo por 9,13 cm de ancho; la corteza es lisa, lustrosa, con abundante punteado o lenticelas; la pulpa contiene grasa en un 7 a 9 % y fibra en un 4,61 %; la semilla es de tamaño mediano, ovoide y simétrica, con mediana adherencia a la pulpa. Cabe indicar que el cultivar Lorena presenta tres floraciones durante el año y la cosecha se realiza una vez el fruto alcance la madurez fisiológica, la que por lo general se da desde mediados de noviembre a febrero y de abril a julio. La relación cáscara: semilla: pulpa es 5:15:80 %, respectivamente (DANE, 2015).

Con el 15% de peso presente en el aguacate, la semilla contiene una gran cantidad propiedades beneficiosas para la salud entre las

que se incluyen efectos anticancerígenos en estudios experimentales, usos dermatológicos, antimicrobianos; además sirven como antioxidantes naturales en alimentos agroindustriales. La semilla del aguacate está compuesta por diferentes componentes entre ellos el almidón el cual con la unión de otros componentes en laboratorio se usa para la elaboración de bioempaques que conserven o prolonguen la vida útil de los alimentos (Baldenebro, 2018).

Métodos

La investigación realizada correspondió al tipo proyecto factible, la cual de acuerdo a Pelekais et al (2012), es aquella que se ejecuta con la finalidad de dar respuesta a una necesidad o problema existente, de manera práctica mediante un proyecto realizable.

Resultados y discusión

Extracción de almidón

Se comenzó por la recepción de la materia prima un porcentaje de los residuos generados de la transformación del aguacate persea americana en algunas localidades de la ciudad; se tomó la semilla resultante de los procesos y se realizó la extracción del almidón mediante el método de extracción del almidón

establecido por la FAO (Aristizabal, Sánchez y Mejía, 2007).

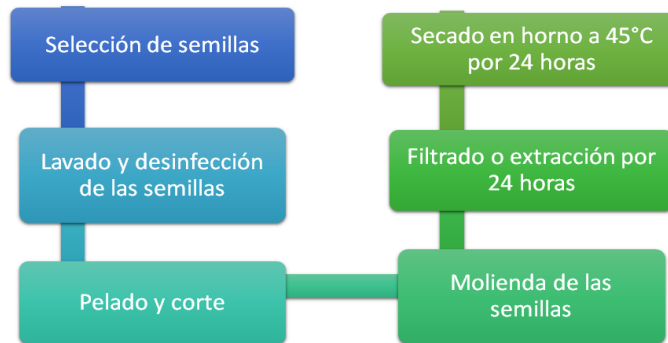


Figura 1. Procedimiento Extracción del Almidón en el laboratorio
Fuente: Elaboración propia (2019)

Obtención del extracto Etanólico de Propóleo

El proceso de extracción se basa en una maceración con agitación predeterminada por espacio de tres semanas, fraccionado el proceso en tres extracciones por separado obteniéndose un residuo para cada extracción, el cual fue filtrado a temperatura controlada. Para realizar la primera extracción alcohólica se hace el pesado del propóleos en bruto y se desmenuza con tijeras hasta obtener fragmentos de 0,20 a 0,50 kg, posteriormente se vierten los mismos en un tanque de acero inoxidable, y se mide con cilindro graduado 1.000 mL de etanol por cada kilogramo de propóleos y se añade en el tanque de acero inoxidable, y se agita con la paleta de acero inoxidable la mezcla durante 30 minutos; luego se tapa para evitar la evaporación del producto.

Este proceso de maceración dura aproximadamente siete días, por lo que conlleva un proceso de agitación tres veces al día con una paleta de acero inoxidable durante 5 minutos, colocando la tapa al recipiente una vez terminada la misma. Posteriormente se realiza el proceso de filtración a temperatura controlada (4 y 8 °C), de la solución concentrada de propóleos obtenida. La segunda extracción alcohólica: esta se realiza añadiendo 0,50 L de alcohol por cada 1,00 kg de propóleos añadido en el tanque en la primera extracción y se procede a repetir las operaciones de agitación y filtrado (Rodríguez et al., 2014).

Moras variedad castilla

Las moras utilizadas en esta investigación fueron divididas en dos grupos. El primer grupo fue recubierto con el bioempaque activo, mientras que el segundo grupo fue tomado como muestras control (sin adición del

bioempaque). Varias cinéticas de crecimiento microbiano fueron llevadas a cabo para los dos grupos de moras, utilizando como microorganismos indicadores los grupos que se mencionan en la resolución 3929 de 2013 grupo mohos lavaduras y *E. coli*, los cuales son microorganismos indicadores de calidad relacionados directamente con la vida útil de la mayoría de sistemas alimentarios.

También se realizaron tomas de pH y °Brix como pruebas fisicoquímicas para compararlos con biorecubrimiento y sin biorecubrimiento en las dos muestras de moras, se utilizó un pHmetro portátil en ambas muestras, sumergiendo la punta en una muestra previamente macerada. Para tomar los grados °brix se utilizó un refractómetro digital.

Medición de la capacidad antimicrobiana del Propoleo

Para realizar esta prueba se realizó la preparación del inocuo en 10 ml de caldo BHI al 0,1 % P/V a partir de cepas ATCC *E. coli* y *Botritis cinérea* posteriormente se realizaron diluciones seriadas de 10^{-1} hasta 10^{-5} , posteriormente se realizó una siembra en superficie en agar nutritivo, se impregnaron discos de papel filtro con el extracto etanólico de propoleo, alcohol al 96% como control negativo y un disco impregnado con agua como control positivo, se dejaron incubar según a 35°C y 22°C respectivamente

durante 24 horas y 5 días respectivamente (Recalde, et. Al. 2018).

Para el desarrollo de esta etapa se realizaron pruebas con halos de inhibición en cajas sembradas con cepa *E. coli* y *Botritis cinérea* los cuales son microorganismos indicadores de calidad de las moras los halos de inhibición es la zona alrededor del disco de papel.

Elaboración del Prototipo de Bioempaque Para Moras

Después de la obtención del almidón este se disolvió en agua, con la adición de sal ácido láctico y glicerol en plancha de calentamiento con agitación constante a 65°C hasta alcanzar la temperatura de gelatinización posteriormente se agregó el extracto etanólico de propoleo seguido a esto se deja que la matriz llegue a temperatura ambiente por método de inmersión se adicionan las moras se cubren totalmente con la matriz y por último se dejan secar. Para posteriormente hacer los respectivos análisis.

Dando cumplimiento al objetivo principal de esta investigación que fue hacer uso de un residuo proveniente de la transformación del aguacate variedad Lorena, esta semilla se obtuvo de plazas de mercado, hoteles y restaurantes de la localidad de puente Aranda, Kennedy y Usaquén

en la ciudad de Bogotá, obteniendo los siguientes resultados.

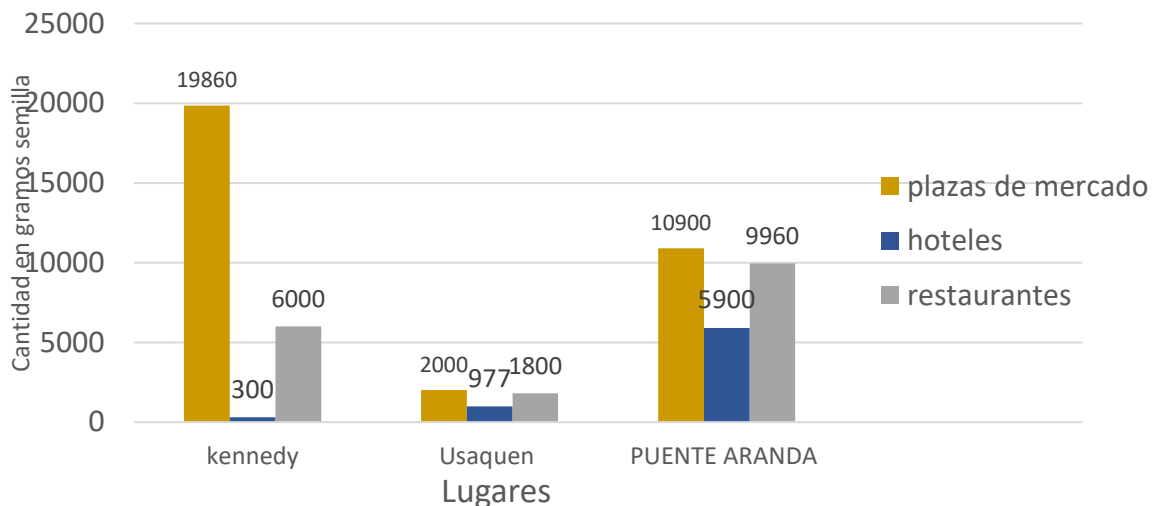


Figura 2. Hallazgos de la cantidad de semilla persea americana variedad Lorena según localidad.

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la figura se muestra que la recolección se llevó a cabo en tres localidades de Bogotá cada una con tres variables que fueron plazas de mercado, hoteles y restaurantes, con este resultado se demuestra que la semilla en Bogotá es de fácil obtención, haciendo viable para el proyecto la transformación de la misma para la obtención del almidón materia prima para la elaboración del bioempaques.

Análisis fisicoquímico realizado al bioempaques implementado en moras variedad castilla

Se realizaron pruebas de pH y medición de grados °brix para indicar el grado de conservación de la mora

con bioempaques comparándolo con la muestra sin bioempaques es importante indicar que la mora tiene entre 2,6 a 3,1 de nivel de pH (Ayala, et al., 2013), por lo general la mayoría de las frutas son ácidas naturalmente, por lo tanto, la acidez es un factor importante para la conservación y calidad de una fruta, sin embargo, depende del grado de madurez según estadísticas.

En el caso de los grados °brix la mora cuenta con un parámetro establecido por la NTC 4106 en donde nos indica el valor mínimo y máximo de °brix Los grados brix son el porcentaje de sólidos solubles presentes en alguna sustancia. En

frutas, este valor indica la cantidad de azúcar (sacarosa) presente en el fruto que se deben encontrar en la mora según la escala del grado de madurez, por ejemplo, cuanto más madura está la fruta, más azúcar tiene.

Basados en la norma, se puede decir que el grado de madurez de la

mora analizada en el laboratorio es de madurez 5 según la figura 2, lo que quiere decir que el valor mínimo establecido es de 7,2 °Brix y el máximo establecido es de 7,9 °Brix, el grado de madurez de la fruta también está ligado a el tiempo de vida útil de la misma.



Figura 3. Tabla de color de la mora castilla.

Fuente: NTC 4106 de 1997.

En la siguiente tabla se muestra los resultados de la toma de pH y °Brix en dos fechas diferentes, en donde la primera toma tiene 3 días desde que

se adiciono el bioempaque y la segunda tiene 4 días transcurridos después de tomada la primera.

Tabla 2. Resultados de PH y °Brix transcurridos varios días a moras con y sin biorecubrimiento.

Temperatura	Fecha	Días transcurridos	Moras con bioempaque		Moras sin bioempaque	
			pH	°Brix	pH	°Brix
15°C	29 de octubre	0	3.0	7	3.1	7
17°C	2 de noviembre	3	2.9	7.2	3.8	7.6
16°C	5 de noviembre	6	2.9	7.2	4.2	8.0
15°C	9 de noviembre	10	2.8	7.4	4.5	8.5

Fuente: Elaboración propia (2019)

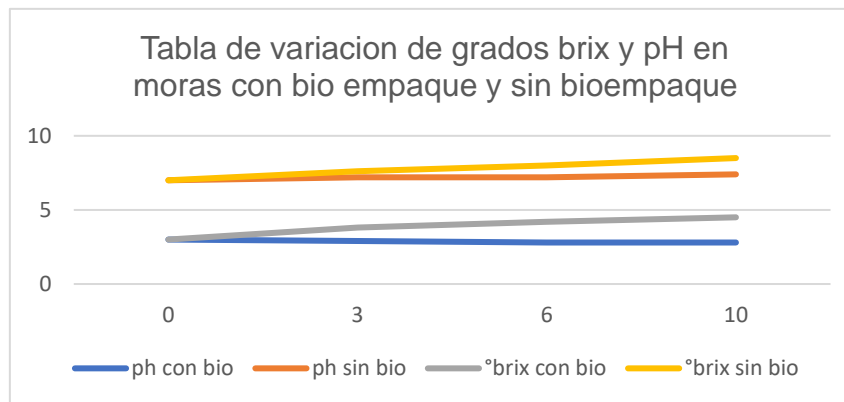


Figura 4. Variación de grados Brix y pH en moras con y sin bioempaque.
Fuente: Elaboración propia (2019)

Sólidos Solubles °brix

Los grados Brix, los que representan la gama de ácidos orgánicos como el málico, cítrico y otros compuestos, después de su cosecha continúan con sus reacciones metabólicas normales entre ellas la tasa de respiración, usando como sustrato los azúcares resultantes de la hidrólisis de la sacarosa (Quezada, 2015).

En la figura cuatro se evidencia que las moras en las que se implementó el bioempaque sus grados brix en temperatura de refrigeración controlada evidencio menor variación en los grados brix, lo que da a concluir que el bioempaque con la adición de extracto etanólico de propóleo mantiene estable esta característica de calidad de las moras evaluadas presentando una diferencia significativa con las moras evaluadas sin esta protección.

El pH

El pH se mantuvo con el pasar del tiempo en las moras evaluadas con el bioempaque a diferencia de las moras evaluadas sin el bioempaque que presentaron aumento pH por lo cual se puede concluir el bioempaque obtenido a partir del almidón extraído de la semilla de persea americana variedad Lorena con la adición de extracto etanólico de propóleo mantiene el pH prolongando el tiempo de vida de anaquel de las moras en refrigeración.

Análisis Microbiológico realizado al bioempaque implementado en moras de castilla

Se realizaron las pruebas microbiológicas según el método establecido por la NTC 4092, se elaboró mediante diluciones seriadas donde se analizó el número de UFC/g obtenido sobre una muestra de 10 gramos, el cual fue tomado y calculado mediante la ecuación para recuento

microbiológico que indica la NTC 4092.

$$N = \frac{\sum C}{V (n1 + (0,1 \times n2)) d}$$

A continuación, se presenta la tabla de resultados microbiológicos con el fin de comprobar la calidad microbiológica de las moras con la

implementación del bioempaque, a las cuales se realizaron pruebas microbiológicas establecidas en la resolución 3929 de 2013 en la que se establece el reglamento técnico sobre requisitos que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo o pulpa. Se realizó un conteo microbiano tanto de mohos como de levaduras, así como de E. Coli.

Tabla 3. Resultados microbiológicos a moras con y sin biorecubrimiento.

Muestra	Microorganismo analizado	Valor min. Permisible	Valor máx. permisible	Resultado obtenido	Análisis
Moras con biorecubrimiento al final del experimento	Recuento de E. Coli	< 10	-	<10 UFC/g	Cumple
	Recuento de mohos y levaduras	1000	3000	500 UFC/g	Cumple
Moras sin biorecubrimiento al final del experimento	Recuento de E. Coli	<10	-	<10 UFC/g	Cumple
	Recuento de mohos y levaduras	1000	3000	>1600 UFC/g	No cumple el parámetro establecido ya que el recuento en placa fue mayor a 1600 UFC/g

Fuente: Elaboración propia (2019).

Teniendo en cuenta los valores máximos y mínimos permitidos para cada parámetro microbiológico evaluado encontramos que el bioempaque implementado en moras cumple con los parámetros mínimos y máximos de la normatividad como se evidencia en la tabla 3, indicando que las moras evaluadas con el bioempaque mantienen los parámetros de calidad exigidos en la norma a diferencia que las moras que no tuvieron esta barrera natural.

Resultados Medición de la capacidad antimicrobiana del Propóleo

Se evidenció que la capacidad antimicrobiana del extracto etanólico de propóleo es un agente antimicrobiano de gran potencia por que no permitió el crecimiento de microorganismos relacionados con la calidad microbiológica de las moras como *E.coli* y *Botritis Cinérea* en las moras que fueron evaluadas con la implementación de este bioempaque.

Por los resultados obtenidos de la medición de grados brix y pH y el mantenimiento de las características organolépticas se puede evidenciar que el bioempaque con la adición de extracto etanólico de propóleo no solo mantiene las características organolépticas relacionadas con la calidad de las moras evaluadas sino que adicionalmente aumento de la vida útil, generando la posibilidad de la elaboración de bioempaque como material final para la conservación y almacenamiento en moras castilla y posiblemente para otro tipo de alimentos. Generando un impacto positivo sobre el medio ambiente a nivel local debido a la reutilización de residuos como alternativa del uso de materiales sintéticos, de bajo costo que a su vez presenta principios activos para la conservación de productos alimenticios

Conclusiones

Se logra hacer uso de un residuo proveniente de la transformación de *persea americana variedad Lorena* (aguacate) de la cual se obtiene materia prima almidón que en conjunto con otros aditivos se transformó en prototipo de bioempaque para la conservación de frutas en este caso moras de castilla, demostrando que es una buena alternativa para reemplazar el uso de plástico en el procesamiento de frutas.

El recubrimiento desarrollado con adición de extracto etanólico de propóleo impidió el crecimiento de las cepas de *E. coli* y *Botritis cinérea* lo que lo hace un agente antimicrobiano muy potente para el aislamiento de estos microorganismos.

Se logró prolongar la vida útil de las moras implementadas con el bioempaque, mediante un método de comparación al que sometieron diferentes cantidades de moras castilla unas con bioempaque y otras sin bioempaque a temperatura de refrigeración.

El tiempo de vida útil de la mora normalmente oscila entre los 3 a 5 días, teniendo en cuenta lo anterior se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos con mora a grado de madurez 5 para determinar la funcionalidad del bioempaque activo, en moras limpias y desinfectadas previamente, para evitar que los resultados se vieran afectados por agentes biológicos no propios de la mora. Se estimó una vida útil para las frutas protegidas con el Bioempaque de 10 días, respecto al tiempo estimado de 5 días para las frutas almacenadas sin el uso del Bioempaque, es decir que aumentó en un 50 % el tiempo de vida útil de la mora.

Referencias bibliográficas

Aristizabal J., Sánchez T. & Mejía D (2007) Guía técnica para producción y

análisis de almidón de yuca boletín de servicios agrícolas de la FAO, boletín de servicios agrícolas de la FAO 163 organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Roma.

Ayala, L., Valenzuela, C., & Bohórquez, Y. (2013). Caracterización físicoquímica de mora de castilla (*rubus glaucus benth*) en seis estados de madurez.

Chapuel A. & Reyes J., (2019) Obtención de una película biodegradable a partir de los almidones de semilla de aguacate (*persea americana mill*) y banano (*musa acuminata aaa*) para el recubrimiento de papaya. Guayaquil Ecuador.

Cáceres C. & Caracheo M., 2015 Bioempaques: el futuro de la industria alimentaria bio-based packaging: the future of food industry, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Facultad de Ciencias Biológicas Licenciatura en Biotecnología.

Colombianos botan 9, 7. m. (2016). DNP Departamento de Planeación Nacional. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Colombianos-botan-9,76-millones-de-toneladas-de-comida-al-a%C3%B1o.aspx>.

DANE. (2015). DANE: Boletín Mensual. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_oct_2015.pdf.

Fernández, A. (2019). Identificación de nuevas tecnologías de empaques biodegradables en la industria de y comercialicen en el territorio nacional.

Morfin, R., Martínez, Y., & López, A. (2013). Biopolímeros y su integración

Baldenebro M. (2018) Obtención de bioproductos con valor agregado a partir de la cascara y semilla de aguacate regional del estado de Sinaloa Instituto Politécnico Nacional centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional unidad Sinaloa. Tesis de Maestría en recursos naturales y medio ambiente.

alimentos con mayor potencial de desarrollo en Colombia.

Figueroa, J., Salcedo, J., Olivero, R., & Narváez, G. (2011). Recubrimientos Comestibles En La Conservación Del Mango Y Aguacate, Y Perspectiva, Al Uso Del Propóleo En Su Formulación.

Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación. (2009) microbiología de alimentos y productos para alimentación animal. Requisitos generales y directrices para Análisis microbiológicos Bogotá: ICONTEC, (NTC 4092).

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1997). Frutas frescas. Mora de Castilla Especificaciones. Bogotá: ICONTEC, (NTC 4106).

Ministerio de salud y protección social, resolución 3929 de 2013 Reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumo) o pula de fruta o concentrados de fruta, clarificados o no o la mezcla de estos que se procesen empaquen, transporten, importen

con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos.

Pelekais, C.; Finol, M.; Neuman, N.; Carrasquero, E.; García, J. & Leal, M

(2012). El ABC de la investigación. Un encuentro con la ciencia. Maracaibo: Astrodata

Quezada, M. (2015). Aprovechamiento del propóleo para la elaboración de película biodegradable para el recubrimiento de mango

Ramírez, J., (2012). Conservación de mora de castilla (*rubus glaucus benth*) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila (*Aloe barbadensis Miller*).

Recalde M., Vayas L., Avilés D., Pazmino P. & Erazo V. (2018). Evaluación de dos métodos para medir la sensibilidad de inhibición de crecimiento de la cepa certificada de *Staphylococcus aureus* subsp. aureus

Rodríguez, R., Rojo, G., Martínez, R., Piña, H., Ramírez, B., Vaquera, H., & Hermida, M. (2014). Envases inteligentes para la conservación de alimentos.

Valdez, B. (2018), Efecto de un bioempaque eco-friendly con características antimicrobianas y antioxidantes a base de fibra de cítricos y extracto de orégano, sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de *Cyprinus carpio*.

Villada, H., Acosta, H., & Velasco, R. (2007). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables.