

Recubrimiento comestible para la conservación de mango poscosecha a partir de cáscaras de plátano macho verde (Musa Paradisiaca L.)

Fase 1

Laura Sofia Castro Quinche, estudiante, lcastro52978@universidadean.edu.co;

Maria Luisa F. Castro Umaña, estudiante, mcastro76066@universidadean.edu.co;

Yenifer Lorena Rodríguez Higuera, estudiante, yrodrig85421@universidadean.edu.co.

Resumen

Los recubrimientos comestibles sirven como una capa protectora para una mejor conservación de vegetales o frutas. El presente proyecto propone un protocolo para la elaboración de un recubrimiento comestible a partir de cascará de plátano macho verde (Musa Paradisiaca L.) para la conservación de mango poscosecha. La metodología utilizada es cualitativa, puesto que, se utilizaron principalmente los métodos de recopilación documental y observación. Se desarrolló un protocolo para la elaboración de un recubrimiento comestible a partir de cáscaras de plátano macho verde (Musa Paradisiaca L.) por medio de una metodología simple, pues, los pasos a seguir son de fácil comprensión y ejecución en el laboratorio, y sostenible porque al recolectar las cáscaras de plátano macho verde (Musa Paradisiaca L.) de la plaza de mercado Corabastos de Bogotá se reutilizaría un producto que es considerado como “desecho”, reduciendo de esta manera residuos orgánicos de rellenos sanitarios.

Introducción

De acuerdo con el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2016) en Colombia anualmente se pierden y desperdician cerca de 9,76 millones de toneladas de alimentos de una oferta nacional de 28,5 millones de toneladas, es decir, que se pierden alrededor del 34% de los alimentos disponibles. Por consiguiente, las etapas en las que se pierden y desperdician alimentos son: producción agropecuaria con un 40,5%, distribución y retail con un 20,6%, poscosecha y almacenamiento con un 19,8%, consumo con un 15,6% y procesamiento industrial con un 3,5% DNP, 2016, pp. 22–23). Los alimentos que más se pierden y desperdician en el país son las frutas y verduras con 6,1 millones de toneladas, los cuales representan un 62% del total de los alimentos perdidos y desperdiciados en Colombia (DNP, 2020, p. 7). Lo anterior se debe a “fallas en el sistema productivo, carencias logísticas, inadecuada infraestructura, falta de incentivos, falta de alianzas entre lo privado y lo estatal, malos hábitos de compra y de consumo, entre otros” (DNP, 2016, p. 35).

De acuerdo con MinSalud y FAO (2013) el mango, la naranja, la manzana, el aguacate y la mandarina están en el grupo de las 10 frutas más consumidas entre la población colombiana. Asimismo, para el año 2010 los cítricos (naranjas, mandarinas, limones, limas, pomelos, etc.), la piña, el banano, el aguacate, el mango y la papaya fueron las frutas con mayor producción nacional (MinSalud & FAO, 2013, p. 210). Con respecto a lo anterior, se evidencia la gran demanda de consumo y producción que tiene el mango, el cual puede tener fácilmente deterioros microbiológicos y fisiológicos si durante la cadena de producción y distribución no se tiene un correcto sistema de conservación. Por tanto, se quiere aprovechar y aumentar el tiempo de conservación del mango poscosecha con el desarrollo de un protocolo para la elaboración de un recubrimiento comestible a partir de cáscaras de plátano macho verde (Musa Paradisiaca L.) a través de una metodología simple y sostenible.

Marco de referencia

A través de los años se ha identificado que los biopolímeros son una alternativa a los polímeros tradicionales en Colombia (Ospina, 2015), estos vienen de diferentes recursos naturales renovables, lo cuales, pueden provenir de origen animal como el colágeno y la gelatina; de origen marino como la quitina y el quitosano; origen agrícola como los lípidos y proteínas; y de origen microbiano como el ácido poliláctico (Villada et al., 2007). Los bioplásticos son elaborados a partir de biopolímeros y pueden llegar a tener muchas características parecidas a los plásticos tradicionales, inclusive mejores. Por ejemplo, se realizó un bioplástico a partir de almidón obtenidos de la papa, yuca y maíz, con el fin de reemplazar el empaque tradicional para la lechuga cresspa, con lo cual se obtuvo un empaque que “bajo condiciones reales, determinando su contribución a la conservación de la lechuga, aumentando entre dos a tres días el ciclo de la legumbre, en comparación con los empaques en los cuales se comercializa” (Alarcón & Barajas, 2013).

De la misma forma, numerosos estudios muestran la utilización de biopolímeros para todo tipo de materiales, usualmente para reemplazar el uso de materiales plásticos, ya que, estos presentan características que son amigables para el medio ambiente, como su nombre indica, los biopolímeros al ser hechos a partir de materia orgánica, por su propia naturaleza presenta mayor biodegradabilidad gracias a su estructura química (Valero-Valdivieso et al., 2013). La materia orgánica de donde extraen los biopolímeros también pueden ser polisacáridos y las proteínas, estos últimos también componen a los recubrimientos comestibles (Solano-Doblado et al., 2018). Los recubrimientos comestibles sirven como una capa protectora para vegetales o frutas, ayudan a una mejor conservación del producto, pero a diferencia de un bioplástico, este directamente se puede (como su nombre indica) comer.

En los últimos años los recubrimientos comestibles han presentado ventajas gracias a su composición. De acuerdo con muchos estudios se ha probado en varias frutas y verduras. Por ejemplo, para la conservación de mora a partir de gel de mucilago de penca de sábila (Ramírez et al., 2013); la fresa a partir de aloe vera y alginato de sodio (García-Figueroa et al., 2019); la papaya a partir de almidón de yuca y ácido salicílico (Castro, Mantuano, et al., 2017). Muchas de estos estudios llegan a resultados satisfactorios, obteniendo de esta manera, que el producto al cual es aplicado tenga una vida útil más larga, e igualmente libre de microorganismos peligrosos. En este caso se hará énfasis en uno de los materiales más utilizados, siendo este el almidón, especialmente por su contenido de amilosa (Durango et al., 2011). Sin embargo, este compuesto tiene una naturaleza hidrofóbica, que ocasiona que los recubrimientos sean quebradizos, generando que sea indispensable el uso de plastificantes que generan mayor flexibilidad (Castro, Espinoza, et al., 2017). El almidón también es utilizado para elaborar películas o revestimientos junto con otros biopolímeros para generar que sean más resistentes (Castro, Espinoza, et al., 2017).

En este proyecto se van a utilizar las cáscaras de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca* L.) para el proceso de obtención de almidón y celulosa, ya que se encuentra de manera abundante en la cáscara (Jiménez et al., 2019). Se utiliza este material, ya que, la cáscara al ser el “30 % de la fruta, se estima que se genera alrededor de 1 800 000 toneladas de cáscaras, de las cuales la mayoría van a la basura sin ningún valor adicional, sino que al contrario son motivo de contaminación”(Jiménez et al., 2019). Se quiere elaborar un recubrimiento comestible para el mango, ya que, esta es una fruta vulnerable a muchos microorganismos que pueden afectar su comercialización, además, muchas veces se realiza una recolección temprana del fruto, lo cual causa que su proceso de maduración no ocurra de manera correcta. Otra razón es que atrae de manera fácil a depredadores como a las moscas de la fruta, que

dejan huecos que permiten que los agentes patógenos tengan una entrada fácil a esta (Ospina & Rodríguez, 2019).

Ya se ha realizado con anterioridad un revestimiento comestible para el mango, pero este se realizó a partir de aceite de aguacate. Sin embargo, a pesar de preservar el mango, se evidenció que al agregar una cantidad muy grande de aceite de aguacate la fruta perdía sabor y olor, lo cual genera malos resultados (Dussan-Sarria et al., 2017). Por tanto, el objetivo de este proyecto es proponer un protocolo para la elaboración de un recubrimiento comestible que conserve por más tiempo el mango, pero que adicional a esto conserve sus características físicas originales.

El problema de la fabricación de los recubrimientos comestibles es en el proceso a nivel industrial, debido a que tiene una serie de retos, ya que, los costos pueden llegar a ser muy elevados, además que se debe aumentar los volúmenes de producción y rentabilidad de estos. La fabricación de biopolímeros exige una infraestructura y grandes inversiones para poder ser llevadas a cabo (Valero-Valdivieso et al., 2013). Pese a esto, los biopolímeros como base para hacer recubrimientos comestibles presentan impactos positivos para el medio ambiente como se menciona anteriormente, ya que, gracias a su biodegradabilidad y sus propiedades, permiten la buena conservación de frutas y verduras.

Metodología

En el presente proyecto se realizará un biopolímero a partir de cascará de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca L.*) para la conservación de mango poscosecha, el cual se realizará con las metodologías propuestas por Jiménez, Hernández, Collahuazo-Reinoso, Avilés, Pino y García (2019) y Castillo, Escobar, Fernández, Gutiérrez, Morcillo, Núñez y Peñaloza (2015), en efecto, se busca que el recubrimiento sea opaco, de menor peso, baja permeabilidad y una gran barrera al agua, para ello se colectaran las cáscaras de plátano macho verde y se realizará un proceso de transformación con el fin de obtener almidón-celulosa. Posteriormente se elaborará el recubrimiento a partir de una mezcla del almidón-celulosa obtenido y glicerina.

La metodología de este proyecto es mixta, puesto que, en primer lugar, se desarrollará un enfoque cualitativo por que se utilizaran técnicas como recopilación documental, observación y análisis de la información recolectada, lo cual se desarrolla en este documento. En segundo lugar, se utilizará el enfoque cuantitativo (Fase 2), puesto que, se utilizarán técnicas de experimentación en el desarrollo del recubrimiento comestible, evaluando de esta manera las variables del recubrimiento que son: permeabilidad de vapor de agua (PVA), espesor, opacidad y solubilidad (Jiménez, Hernández, Collahuazo-Reinoso, Avilés, Pino y García, 2019) y el cambio de las propiedades del mango con el recubrimiento y sin él; algunas de estas propiedades son: tasa de respiración, pérdida de peso, acidez titulable y pH (Figuroa, Salcedo y Narváez, 2013), luego se recopilará y analizará la información obtenida en el laboratorio.

En la primera etapa el diseño de la investigación es no experimental, puesto que, se recopilará la información de bases de datos, luego se analizará y seleccionará según la conveniencia del proyecto. La investigación es de tipo transversal, ya que, en esta etapa solo hay un momento de recolección de información, y el estudio es descriptivo por que se describen y especifican las variables a analizar y el procedimiento para el desarrollo del recubrimiento comestible a partir de cascará de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca L.*). En la segunda etapa del proyecto el diseño de la investigación es experimental, por tanto, se desarrollará el recubrimiento comestible y se analizaran los resultados obtenidos (Fase 2).

- Variables

Las variables que se medirán en la investigación tanto en el desarrollo del recubrimiento comestible a partir de cascará de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca L.*), como en la conservación del mango con el recubrimiento y sin él, son:

- Permeabilidad de vapor de agua (PVA): mide la cantidad de vapor de agua que atraviesa un recubrimiento o membrana (Labthink). Se determinará según la norma E96-80ASTM (Jiménez, Hernández, Collahuazo-Reinoso, Avilés, Pino y García, 2019).
- Espesor: es el grosor de un elemento, en este caso será el grosor del recubrimiento, y se medirá en tres secciones diferentes, es decir, se medirán los extremos, y la parte central del recubrimiento utilizando un micrómetro (Anchundia, Santacruz, y Coloma, 2016).
- Opacidad: se da en materiales que no dejan pasar la luz en gran proporción (Quimica.Es). se realiza mediante un espectrofotómetro UV-VIS, en el cual se determina la absorbancia a 600 nm a una parte del recubrimiento (Anchundia, Santacruz, y Coloma, 2016).
- Solubilidad: es la capacidad que tiene una sustancia para disolverse en otra. Se determinará la solubilidad del recubrimiento comestible en agua por medio del método de Gontard (Jiménez, Hernández, Collahuazo-Reinoso, Avilés, Pino y García, 2019).
- Tasa de respiración: es la medida de la cantidad CO₂ emitido y el O₂ consumido por kg de fruta por hora (Ortolá, p.3). Será analizada por el método de titulación.
- Pérdida de peso: la pérdida de humedad en frutas es la difusión del vapor de agua, lo cual se da por una diferencia de presión entre el interior y el exterior del fruto (Figuroa, Salcedo, Aguas, Olivero, y Narváez, 2011, p. 391).
- Acidez titulable: es la cantidad de ácidos orgánicos que están presentes en un cuerpo de agua o residuo líquido (jugos o extracto de frutas) (Morejón y Viznay, 2018).
- pH: el potencial de hidrogeno “es la medida de acidez o alcalinidad de una solución” (Morejón y Viznay, 2018, p. 28).

- Población y muestra

El tipo de muestra es no probabilística, ya que, se seleccionará la muestra de acuerdo con las características de la investigación. Para este caso, el muestreo es determinado por criterio propio, ya que, en la revisión de la información se realizaron análisis de variables por triplicado y quintuplicado. Por tanto, se realizará un muestreo de 30 mangos “fisiológicamente maduros libre de magulladuras, golpes y alteraciones microbiológicas” (Figuroa, Salcedo, Narváez, 2013), entre un peso de 450 g y 500 g, esto con el fin de analizar 15 mangos con el recubrimiento comestible y 15 sin el recubrimiento.

- Selección de métodos e instrumentos para recolección de información

A continuación, se describen los métodos e instrumentos de investigación para la recolección de información que se utilizaran en el desarrollo del recubrimiento comestible a partir de cascará de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca L.*) para la conservación de mango.

- Recopilación documental

La recopilación documental es denominada como “una técnica cuya finalidad es obtener datos e información a partir de documentos escritos o no, a fin de ser utilizados según los objetivos de la investigación” (García de Ceretto, J. J. 2009:93). Es decir, adjuntar archivos, artículos e información de diferentes fuentes para aprender sobre la temática de la cual va a tratar el proyecto.

- Observación

La observación es un método definido como “un proceso que requiere atención voluntaria e inteligencia, orientado por un objetivo terminal y organizado y dirigido hacia un objeto con el fin de obtener información” (De Ketele, 1984:21). Por otro lado, la observación complementa el método de experimentación, ya que mediante este instrumento se puede ver y analizar que está sucediendo en el proceso en cuanto a cambios físicos.

Teniendo en cuenta que en este documento se desarrollará la primera fase del proyecto, es decir, la elaboración del protocolo de laboratorio para el desarrollo del recubrimiento comestible a partir de cascara de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca L.*) para la conservación de mango poscosecha, se utilizarán principalmente los métodos de recopilación documental y observación. Los métodos seleccionados se enfocan en la recopilación de información de bases de datos, análisis y selección de esta.

Resultados

Se planteó el protocolo del recubrimiento comestible a partir de cáscaras de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca L.*) para la conservación de mango poscosecha. El protocolo propuesto se realizó con base en las metodologías planteadas por Jiménez, Hernández, Collahuazo-Reinoso, Avilés, Pino y García (2019), y Castillo, Escobar, Fernández, Gutiérrez, Morcillo, Núñez y Peñaloza (2015).

En la tabla 1 se muestran los reactivos, materiales y equipos necesarios para la elaboración del recubrimiento comestible a partir de cáscaras de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca L.*).

Tabla 1. Reactivo, materiales y equipos de laboratorio.

REACTIVOS				
Cantidad	Nombre	Clase de riesgo*	Medidas de seguridad	En caso de accidente
1 kg	Cáscara de Plátanos (<i>Musa Paradisiaca L.</i>)	Ninguno	Operar con EPPs	Según protocolo Laboratorio
3 L	Agua destilada	Ninguno	Operar con EPPs	
10 ml	Glicerina	Ninguno	Operar con EPPs	
200 ml	Jabón neutro	Ninguno	Operar con EPPs	
10 ml	Hipoclorito de sodio	Químico	Operar con EPPs	
80 ml	Etanol al 95% v/v	Químico	Operar con EPPs	
30 unidades	Mango (<i>mangifera indica</i>)	Ninguno	Operar con EPPs	
5 g	Hidróxido de sodio	Químico	Operar con EPPs	
10 ml	Yodo (tintura)	Químico	Operar con EPPs	
EQUIPOS				
Cantidad	Nombre	Clase de riesgo*	Medidas de seguridad	En caso de accidente
1	Tamiz	Físico	Operar con EPPs	
1	Horno Binder	Físico	Operar con EPPs	
1	Plancha de	Ninguno	Operar con EPPs	

	agitación magnética			Según protocolo Laboratorio
1	Molino	Físico	Operar con EPPs	
1	Balanza analítica	Ninguno	Operar con EPPs	
1	Agitador digital Hei-TORQUE 100	Físico	Operar con EPPs	
MATERIALES				
Cantidad	Nombre	Clase de riesgo*	Medidas de seguridad	En caso de accidente
2	Bandejas de acero inoxidable	Físico	Operar con EPPs	Según protocolo Laboratorio
1	Cuchillo	Físico	Operar con EPPs	
2	Vaso de precipitado de 500 ml	Físico	Operar con EPPs	
1	Agitador Magnético (mediano)	Ninguno	Operar con EPPs	
1	Vidrio de reloj	Físico	Operar con EPPs	
1	Espátula	Ninguno	Operar con EPPs	
20	Cajas Petri (10 cm de diámetro)	Físico	Operar con EPPs	
2	Gotero	Ninguno	NA	
1	Probeta de 50 ml	Físico	Operar con EPPs	
1	Termómetro	Físico	Operar con EPPs	

Fuente: Elaboración propia. *Clase de riesgo: Biológico grado 1, Químico, Eléctrico, Físico, ninguno.

Cabe resaltar, que en primer lugar se describe el procedimiento para la limpieza y extracción de almidón-celulosa a partir de cáscaras de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca L.*) y posteriormente se propone el procedimiento a seguir para la elaboración de un recubrimiento comestible resistente al agua, opaco y con baja permeabilidad.

Las cáscaras de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca L.*) se obtendrán de la plaza de mercado Corabastos de Bogotá de los residuos orgánicos que allí se encuentren, posteriormente se realizará un examen visual donde se descartará aquellas cáscaras en mal estado, luego se realizara el siguiente protocolo:

1. Lavar las cáscaras de plátano macho verde con jabón neutro y solución de hipoclorito de sodio al 1%.
2. Con un cuchillo, cortar las cáscaras de plátano, donde se extraerá el almidón.
3. Colocar las cáscaras de plátano cortadas en una bandeja de acero inoxidable.
4. Introducir la bandeja en el horno entre 50 – 60 °C, esto con el fin de deshidratar las cáscaras de plátano.
5. Moler las cáscaras de plátano deshidratadas hasta obtener un producto en polvo.
6. Tamizar el polvo para obtener una granulometría homogénea.

7. Verificar la presencia de almidón en el polvo, retirando con la espátula una muestra del polvo en un vidrio reloj y adicionar tres gotas de yodo. Si la muestra presenta una coloración oscura si hay presencia de almidón.
8. Adicionar a un vaso de precipitado de 500 ml, 200 g del polvo de cáscaras de plátano.
9. Mezclar (M1) el polvo con 50 ml de etanol al 95% v/v.
10. Agregar un agitador magnético al vaso de precipitado con la mezcla (M1) y colocar en una plancha de agitación y calentamiento a 38°C por 2 horas, esto con el fin de eliminar el látex y parte de los pigmentos.
11. Por medio de un proceso de hidrólisis, añadir a la mezcla anterior (M1), 5 g de hidróxido de sodio y 95 ml de agua destilada y mezclar durante 3 horas (M2).
12. Lavar la mezcla anterior (M2) con agua caliente hasta pH neutro.
13. La mezcla (M2) se blanquea con hipoclorito de sodio al 1 % durante 24 horas (M3).
14. Lavar la mezcla (M3) con agua potable.
15. Para romper las fibras, la mezcla (M3) se agita con el agitador digital Hei-TORQUE 100 a 2000 rpm durante 20 min. Esta mezcla contiene almidón-celulosa (MAC).
16. Para la elaboración del recubrimiento comestible en un vaso precipitado de 500 ml añadir 300 ml de agua destilada y 75 g de la mezcla almidón-celulosa (M4).
17. Mezclar (M4) con un agitar magnético en una plancha de agitación.
18. Adicionar glicerina poco a poco por gotas, hasta que la solución tenga una consistencia un poco espesa.
19. Colocar aproximadamente 10 ml (medido con una probeta) de la mezcla final en cada una de las cajas Petri, para dejarlas secando en el Horno Binder por 24 h a 55 °C.
20. Después del secado, seleccionar tres muestras del recubrimiento comestible y realizar el análisis de permeabilidad de vapor de agua, espesor, opacidad y solubilidad.
21. Marcar los mangos para su fácil identificación.
22. Pesar en la balanza analítica los 30 mangos y anotar los respectivos pesos.
23. Seleccionar 15 mangos.
24. Recubrir los 15 mangos seleccionados con los recubrimientos comestibles obtenidos.
25. Colocar los mangos con recubrimiento comestible en una bandeja y poner en un papel la fecha inicial del experimento.
26. Repetir el paso 18 con los mangos sin recubrimientos comestibles.
27. Colocar las dos bandejas en un lugar a temperatura de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
28. Cada día se realizará un análisis visual del estado de los mangos con película comestible y sin esta, en el cual se tomarán fotos, con el fin de llevar un registro del comportamiento de estos. De igual forma, se tomarán mediciones de las diferentes variables (tasa de respiración, pérdida de peso, acidez titulable y pH) para posteriormente hacer un análisis de los resultados obtenidos. Almacenar los mangos durante 16 días. Realizar el análisis según el apartado de variables de este documento.

Discusión

Se desarrolló un protocolo para la elaboración de un recubrimiento comestible a partir de cáscaras de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca* L.) para la conservación de mango poscosecha, por medio de una metodología simple. De igual forma, la metodología a usar es sostenible, puesto que, los equipos y materiales a utilizar se encuentran disponibles en el laboratorio de la calle 74 de la Universidad Ean, además, las cáscaras de plátano serán recolectadas de la plaza de mercado Corabastos de Bogotá, es decir, el protocolo propuesto es sostenible entre otras razones porque no requiere de una gran inversión monetaria en el proyecto, ya que, los equipos y materiales a usar ya están implementados en estos laboratorios y utilizará un residuo orgánico como la cáscara del plátano

macho verde. Adicional a esto, las concentraciones de los reactivos a usar son bajas, por tanto, los residuos que se obtendrán del laboratorio no son altamente contaminantes.

Por medio del protocolo propuesto, se desarrollará el recubrimiento comestible en la segunda fase del proyecto. En éste se utilizarán las técnicas de experimentación y observación en el laboratorio, puesto que, los recubrimientos comestibles a elaborar en la segunda fase del proyecto serán aplicados a 15 mangos con el fin de evaluar las propiedades de los mangos poscosecha con el recubrimiento comestible y sin él. Éstos se almacenarán durante 16 días, y se espera realizar diariamente la medición de variables como: tasa de respiración, pérdida de peso, solubilidad, opacidad, espesor, PVA, pérdida de peso, acidez titulable y pH (Mayorga, 2017), (la finalidad de medir estos parámetros se encuentra en el apartado de variables). Lo anterior, se realiza con el fin de verificar la función del recubrimiento día tras día en cada mango utilizado para este experimento. Una vez finalizados los días de almacenamiento, se realizará el análisis de resultados obtenidos de cada parámetro analizado en el laboratorio, para así concluir si el recubrimiento comestible aumentó o no la vida útil del mango.

Conclusiones

De acuerdo con todo lo anterior se deduce que la investigación es cualitativa, ya que, se utilizaron los métodos de recopilación documental y observación. Se recolectó y organizó la información de diferentes fuentes bibliográficas, con el fin de seleccionar la información más importante y relevante para el proyecto.

Se desarrolló un protocolo para la elaboración de un recubrimiento comestible a partir de cáscaras de plátano macho verde (*Musa Paradisiaca L.*) de fácil entendimiento, pues se buscaba que el paso a paso en el laboratorio fuese sencillo y de fácil ejecución. Se pudo evidenciar la viabilidad de la generación de un recubrimiento a partir de cáscaras del plátano verde macho (*Musa Paradisiaca L.*), ya que, para producirlo se reutilizaría un desecho orgánico, el cual se recolectará de una plaza de mercado local, reduciendo de esta manera residuos orgánicos de rellenos sanitarios.

Por último, es importante recalcar la continuidad de este proyecto, ya que para la segunda fase se espera realizar el protocolo desarrollado en este capítulo (fase 1), se espera obtener la materia prima (almidón-celulosa) mediante hidrólisis básica de las cáscaras de plátano verde macho. Posteriormente se espera medir las diferentes variables, anteriormente mencionadas, lo cual permitirá determinar el comportamiento del recubrimiento comestible aplicado en el mango, luego se analizará la utilidad de este recubrimiento para aumentar la vida útil del mango.

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi familia especialmente a mis padres que me estuvieron apoyando durante el transcurso de mi carrera, además de a mi mascota, Leo, agradezco mucho que siempre estén a mi lado.

Sofia Castro

Quiero expresar mi agradecimiento en primer lugar, a Dios por darme la fortaleza para afrontar las dificultades y retos que presentó este proyecto. En segundo lugar, agradezco a mi mamá que estuvo siempre apoyándome. Por último, agradezco a la profesora Diana Figueroa, que me acompañó a mí y a mis compañeras en el desarrollo de este proyecto, gracias por responder todas mis dudas, por la gran disposición y amabilidad.

Lorena Rodríguez

En este espacio agradezco a mis papás, hermanos por haberme dado sabiduría y paz al momento de realizar el proyecto, a la profesora Diana Figueroa por la disposición de ayudarnos a resolver nuestras dudas y por último a mis compañeras por el apoyo brindado.

Luisa Castro

Referencias

- Alarcón, L., & Barajas, D. (2013). Biopolímeros: una alternativa para la elaboración de empaques agroindustriales. *I+D Revista de Investigaciones*, 1(1), 35–43.
- Anchundia, K. S. (2016). Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa paradisíaca*). *Revista chilena de nutrición*, 43(4), 394-399
- Castillo, R., Escobar, E., Fernández, D., Gutiérrez, R., Morcillo, J., Núñez, N., & Peñaloza, S. (2015). Bioplástico a Base de la Cáscara del Plátano. *Revista de Iniciación Científica*, 1(1), 34–37.
- Castro, M., Espinoza, V., López, M., Basurto, R., García, Y., & Lavayen, E. (2017). Recubrimiento comestible de quitosano, almidón de yuca y aceite esencial de canela para conservar pera (*Pyrus communis* L. cv. “Bosc”). *La Técnica: Revista de Las Agrociencias*, 42–53.
- Castro, M., Mantuano, M.-I., Coloma, J.-L., & Santacruz, S. (2017). Utilización de Películas Comestibles de Almidón de Yuca y Ácido Salicílico en la Conservación de Papaya (*Carica papaya* L.). *Rev Politéc*, 39(1), 7–12.
- DNP. (2016). *Pérdida y Desperdicio de Alimentos en Colombia*. https://mrv.dnp.gov.co/Documentos%20de%20Interes/Perdida_y_Desperdicio_de_Alimentos_en_colombia.pdf
- DNP. (2020). *Política para la prevención y reducción de las pérdidas y desperdicios de alimentos*. https://dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Comite%20Sostenibilidad/Presentaciones/Sesi%C3%B3n%205/1_Avances_Política_para_prevenccion_reduccion_de_perdidas_desperdicios_alimentos.pdf
- Durango, A., Soares, N., & Arteaga, M. (2011). Filmes y revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables en la conservación de alimentos. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(1), 112–118.
- Dussan-Sarria, S., Ramirez-Yela, J., & Hleap-Zapata, J. (2017). Conservación de mango mínimamente procesado usando un recubrimiento comestible a base de aceite de aguacate. *Información Tecnológica*, 28(3), 67–74.
- García-Figueroa, A., Ayala-Aponte, A., & Sánchez-Tamayo, M. (2019). Efecto de recubrimientos comestibles de Aloe vera y alginato de sodio sobre la calidad poscosecha de fresa. *UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2).
- Jiménez, A., Hernández, K., Collahuazo-Reinoso, Y., Avilés, R., Pino, J., & García, M. (2019). Película comestible a partir de cáscara de plátano macho (*Musa paradisíaca* L.). *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 29(3), 49–57.

- Mayorga, A. (2017). *Aplicación de recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y efectos de su utilización para preservar la calidad del mango (Mangifera indica L.)*. Elche, España: Universidad Miguel Hernández
- MinSalud, & FAO. (2013). *PERFIL NACIONAL DE CONSUMO DE FRUTAS Y VERDURAS*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/perfil-nacional-consumo-frutas-y-verduras-colombia-2013.pdf>
- Ospina, C., & Rodríguez, G. (2019). Indicadores de vulnerabilidad a condiciones de déficit hídrico en el sistema de producción de mango. *Semiárida*, 29(2), 25–41.
- Ospina, S. (2015). Biopolímeros y su aplicación en medio ambiente. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 17(2), 5–6.
- Ramírez, J., Aristizabal, I., & Restrepo, J. (2013). Conservación de Mora de Castilla Mediante la Aplicación de un Recubrimiento Comestible de Gel de Mucílago de Penca de Sábila. *Vitae*, 20(3), 172–183.
- Solano-Doblado, L., Alamilla-Beltrán, L., & Jiménez-Martínez, C. (2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *TIP. Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 21.
- Valero-Valdivieso, M., Ortegón, Y., & Uscategui, Y. (2013). Biopolímeros: avances y perspectivas. *DYNA*, 80(181), 171–180.
- Villada, H., Acosta, H., & Velasco, R. (2007). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. *TEMAS AGRARIOS*, 12(2), 5–13.