

# BIOPOLIMEROS

## UNA ALTERNATIVA PARA EL DESARROLLO DE EMPAQUES AGROINDUSTRIALES

L. Alarcón y D. Barajas

**Resumen**— La crisis ambiental que sufre actualmente el planeta debido a la contaminación y deterioro que presenta, ha motivado a buscar alternativas que contribuyan a contrarrestarlo; los materiales biodegradables específicamente los biopolímeros generados a partir de almidones, son elementos o compuestos que contribuyen en la disminución de esta problemática y que al mismo tiempo pueden llegar a intervenir en el ciclo de vida de un producto.

El presente proyecto de investigación pretendió determinar la viabilidad de biopolímeros al ser aplicados en el desarrollo de un empaque para lechuga al ser comercializada, analizando el biopolímero a través de una investigación de tipo experimental, que buscó clasificar los biopolímeros según sus características y propiedades, aplicarlos posteriormente en propuestas de diseño que fueron estudiadas para desarrollar una propuesta final de empaque para comercializar lechuga, la cual se sometió a un seguimiento para determinar la viabilidad de su implementación.

**Palabras clave**— Biopolímeros (*biopolymers*), comercialización de lechuga (*lettuce marketing*), empaques (*packaging*), lechuga (*lettuce*).

### I. INTRODUCCIÓN

En Colombia, dentro del sector agrícola, la lechuga crespa es una de las legumbres más cultivadas y comercializadas (Colombia. Departamento de planeación 2010). Esta actividad se rige por normas internacionales especializadas en gestión ambiental, la norma ISO 14021, describen características ambientales del producto y la NTC 1064 aplicada a la lechuga; dicha normativa permite hacer un seguimiento al ciclo de vida de esta legumbre, en los diferentes eslabones de su cadena productiva, centrándonos en este caso en la comercialización, analizando el impacto ambiental del empaque y la conservación de la lechuga.

En el mercado Colombiano, la lechuga en la mayoría de casos es comercializada en embalajes o cajas de polietileno (PEHD), las cuales dificultan la conservación del producto, debido a las propiedades del material, se genera una atmósfera que facilita la creación de hongos y bacterias los cuales contribuyen a disminuir entre 2 a 3 días el ciclo de vida del producto (Álzate 2008) e impactando negativamente el empaque al medio ambiente debido al desecho del material,

ya que este tarda más de 80 años en degradarse afectando las características del suelo por sus componentes químicos derivados del petróleo.

El proyecto de investigación tiene como objetivo experimentar la aplicación de material biopolímero generado a partir de almidón de papa, yuca y maíz en el desarrollo de un empaque que favorezca la conservación de la lechuga en el proceso de comercialización, mediante las siguientes acciones:

- Estandarizar el proceso de fabricación de biopolímeros generados a partir de almidones de papa, yuca y maíz, por medio de tres técnicas de fabricación (Cocción y secado natural, cocción y secado en horno y fermentación).
- Caracterizar los biopolímeros generados a partir de almidón de papa, yuca y maíz, determinando sus propiedades físicas y organolépticas.
- Estudiar la aplicación de los biopolímeros en el desarrollo del empaque, estableciendo y evaluando las variables del proceso experimental.
- Analizar el comportamiento de los biopolímeros al ser aplicados en el desarrollo de un empaque de tipo experimental.

### II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

En Colombia, dentro del sector agrícola, la lechuga (*Lactuca sativa*) es una de las legumbres más cultivadas y comercializadas según la agenda interna para la productividad y la competitividad; esta actividad se rige por normas internacionales especializadas en gestión ambiental como las normas ISO 14040 las cuales analizan el ciclo de vida, evaluando los impactos ambientales que se presentan en este y la Norma Técnica Colombia NTC 1064 aplicada a la lechuga. La normativa permite hacer un seguimiento al ciclo de vida del producto, en sus diferentes etapas, centrándose en este caso en la comercialización y analizando el impacto ambiental del empaque al igual que su influencia en la conservación de la lechuga.

En el mercado Colombiano, la lechuga en la mayoría de casos es comercializada en embalajes y cajas de polietileno (PEHD),

las cuales dificultan la conservación del producto debido a que su superficie obstruye el intercambio de gases presentándose una alta concentración de etileno, dióxido de carbono y exceso de humedad dentro del empaque. Lo anterior facilita la creación de hongos y bacterias contribuyendo a disminuir entre 2 a 3 días el ciclo de vida de la lechuga e impactando negativamente al medio ambiente por desechar este material debido a que tarda más de 80 años en degradarse y a sus componentes químicos derivados del petróleo.

Este proyecto buscó experimentar la aplicación de biopolímeros generados a partir de almidón, en el desarrollo de un empaque para la comercialización de lechuga, que contribuya a mejorar su conservación al estar contenida dentro del empaque y a disminuir el impacto ambiental al ser desechado, cumpliendo con la normativa vigente.

Este proyecto de investigación surgió de la necesidad de explorar la aplicación de biopolímeros para un uso específico, debido a que son materiales fabricados a partir de recursos naturales renovables, en este caso el almidón. Este biopolímero se caracteriza por su degradabilidad e impacto positivo en el medio ambiente al reintegrar componentes naturales a la tierra al ser desechado. Dirigido a un contexto ambiental, este proyecto buscó contribuir a mitigar el impacto generado por los empaques de lechuga, en su mayoría embalajes al ser desechados y a conservar la lechuga al ser empacada para su comercialización.

El desarrollo de este proyecto posibilitó desde el diseño industrial, la exploración de nuevas alternativas de empaques que contribuyan al medio ambiente, a la comercialización de productos y fundamentalmente a la exploración de la aplicación de nuevos materiales, en este caso biopolímeros, en diferentes contextos para brindar posibles soluciones a diversas problemáticas, por medio de un proceso investigativo.

A través de esta investigación se buscó aplicar los biopolímeros, para el desarrollo de un empaque para la comercialización de lechuga, validando la información por medio de pruebas de laboratorio desarrolladas a partir de protocolos, que permitieran establecer los biopolímeros viables para ser aplicados.

Dentro de la experiencia como semillero de Taller 11, grupo de investigación en diseño, el desarrollo de este proyecto permitió solidificar bases investigativas aplicando la teoría conocida acerca del desarrollo de proyectos de investigación, permitiéndome generar nuevo conocimiento en el campo del diseño a partir de la experimentación de biopolímeros.

La línea de Desarrollo experimental del grupo de investigación en diseño Taller 11, de la carrera de diseño industrial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, desarrolla un trabajo interdisciplinar con la carrera de Administración de empresas agropecuarias, específicamente con el centro de laboratorios de pos cosecha de la Facultad Seccional Duitama, donde se desarrollan proyectos que integran estas dos disciplinas, posibilitando la intervención del

diseño dentro del sector agrícola. Este proyecto se fundamentó en lo realizado por la línea de investigación en cuanto a la aplicación de nuevos materiales y procesos bajo un enfoque ambiental, donde se ha desarrollado un proyecto titulado “Manta biodegradable para la conservación de taludes”, realizado por el docente investigador Diego Fernando Barajas, director de la línea de investigación, este proyecto brinda una ayuda medioambiental a problemas de deslizamiento de taludes presentes en tramos viales, zonas de vivienda y espacios ecológicos, por medio de una manta desarrollada a partir de un biopolímero fabricado a base de desechos agrícolas, el cual se ajusta a las condiciones del contexto. El anterior proyecto fue el punto de partida para el desarrollo de esta investigación donde se buscó analizar biopolímeros desarrollados a partir de almidón<sup>1</sup>, para conocer su viabilidad en el desarrollo de un empaque para la comercialización de lechuga.

Se analizaron biopolímeros, entendiendo biopolímero como el material biodegradable desarrollado a partir de recursos naturales, compuesto por: amilosa, disolvente, plastificante y fijador de moléculas, constituyéndose de esta forma en un material que ser destruido por microorganismos y así, ser convertido en abono. Debido a que los estudios se han centrado en el desarrollo de biopolímeros, pero pocas veces en su aplicación y comportamiento con los productos con los que interactúan, surgió la posibilidad de desarrollar un proyecto de investigación que aplicará los biopolímeros para un uso específico.

El proyecto buscó a través de la investigación aplicada, donde la Unidad de análisis fueron los biopolímeros desarrollados de los almidones de yuca, papa y maíz, a partir de los procesos de cocción con secado por horno, cocción con secado natural y fermentación; determinar la viabilidad de la aplicación de biopolímeros generados a partir de almidón en el desarrollo de un empaque que favoreciera la conservación de la lechuga en el proceso de comercialización y disminuyera su impacto ambiental al ser desechado.

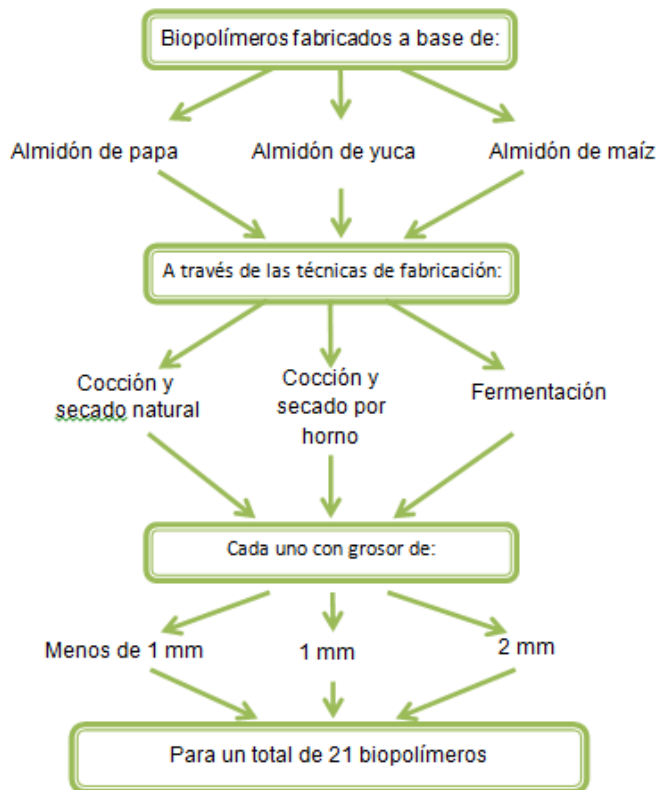
#### *Objeto de estudio*

El objeto de estudio estuvo compuesto por un total de 21 biopolímeros: 7 obtenidos a partir de almidón de papa, 7 a partir de almidón de yuca y 7 a partir de almidón de maíz, fabricados por medio de tres técnicas: cocción y secado natural, cocción y secado en horno y fermentación, lo cual se explica en el siguiente gráfico:

---

<sup>1</sup> Los biopolímeros naturales provienen de cuatro grandes fuentes: origen animal, origen marino, origen microbiano y origen agrícola, centrando esta investigación a este último origen específicamente almidones los cuales son hidratados y expuestos a procesos de cocción. *Tomado del artículo BIOPOLÍMEROS NATURALES USADOS EN EMPAQUES BIODEGRADABLES Héctor S. Villada, Harold A. Acosta y Reinado J. Velasco, año 2007*

Ilustración 1. Clasificación de biopolímeros elaborados



Fuente: Autor

El proyecto se enmarcó dentro de una investigación de tipo experimental en la cual se diseñaron e implementaron instrumentos de recolección de información que reunieran características, cantidades, materiales, tiempos y variables a controlar, de cada proceso de fabricación, permitiendo establecer el diseño del experimento para desarrollar los biopolímeros, evidenciando la necesidad de ajustarlos a las condiciones de la región.

Al no estar estandarizado el proceso de fabricación de los biopolímeros en cada uno de los procesos (cocción y secado natural, cocción y secado por horno, fermentación) se dificulta la proyección de este tipo de materiales para el desarrollo y aplicación industrial.

Por lo anterior, se hace necesario estandarizar los tres procesos bajo las variables de tiempo, cantidad, temperatura y tener en cuenta condiciones ambientales como lugar y temperatura, lo cual permite controlar la fabricación de los biopolímeros.

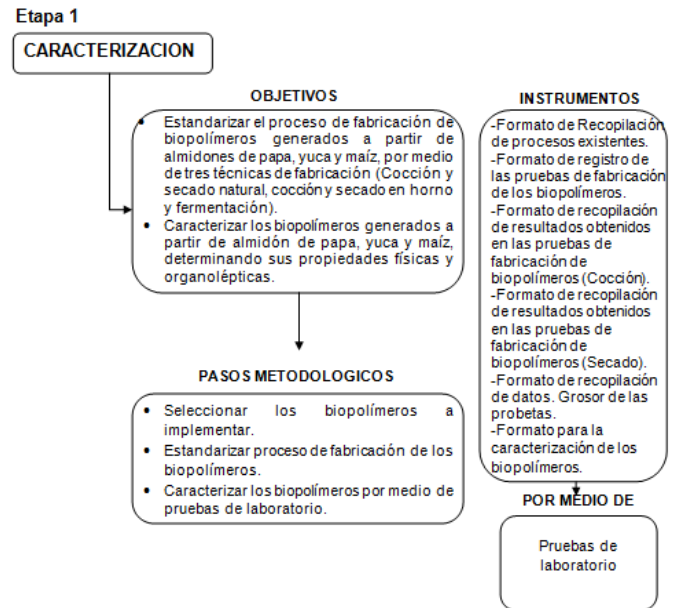
Este proyecto se abordó a través de tres etapas, las cuales se exponen a continuación:

### ETAPA DE IDENTIFICACION Y SELECCIÓN

En esta etapa se buscó estandarizar el proceso de fabricación de los biopolímeros, lo cual permitió identificarlos y seleccionarlos, determinando cuales eran viables para el cumplimiento del objetivo del proyecto, siendo necesario el desarrollo de pruebas de laboratorio que permitieran

determinar cantidades, tiempos y materiales para la fabricación de los biopolímeros a base de almidón y determinar las propiedades organolépticas y físico mecánicas de dichos materiales, seleccionando el biopolímero de papa para explorar su aplicación en la etapa posterior.

Ilustración 2. Esquema Etapa 1. Caracterización



Fuente: Autor

### Conclusiones de la fabricación de los biopolímeros

- Fue descartado el biopolímero obtenido a partir del almidón de maíz, debido a que se fragmenta y no se logra obtener un área mayor a 1 cm x 1 cm.
- Los biopolímeros obtenidos a partir del proceso de secado también son descartados, porque su superficie al ser despegada presenta daños como agujeros y rasgaduras.
- Los biopolímeros obtenidos por medio de la fermentación se descartan debido a que las muestras presentan bacterias activas que al estar en contacto directo con la lechuga posibilitan que esta sea contaminada, alterándola y contribuyendo a acelerar su degradación.
- Son viables para seguir a la siguiente etapa 9 biopolímeros obtenidos por medio del proceso de cocción y secado natural a partir de almidón de papa y yuca.
- Los biopolímeros a base de almidón de papa, presentan un color blanco y transparente, textura lisa y una resistencia.

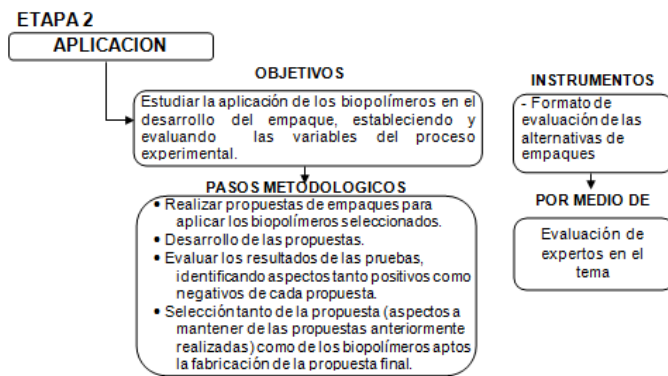
- Los biopolímeros a base de almidón de yuca, presentan un color más transparente que el fabricado a partir de papa, textura lisa en una de sus caras y rugosa en la otra y una resistencia.

Los biopolímeros obtenidos en esta etapa del proyecto, son biopolímeros base los cuales se modificaran en la segunda etapa (si en necesario) dependiendo de los requerimientos de las propuestas de los empaques.

## ETAPA DE APLICACIÓN

Se exploraron las diferentes formas de aplicación del biopolímero como la extrusión, texturizado, pigmentación, entre otros, con lo cual se plantearon propuestas de empaques que permitieran determinar el comportamiento del biopolímero al ser aplicado para ese uso específico, seleccionando la propuesta de empaque que cumpliera en mayor medida con los requerimientos planteados.

Ilustración 3. Esquema Etapa 2. Aplicación



Fuente: Autor

## Conclusiones de la aplicación del biopolímero base

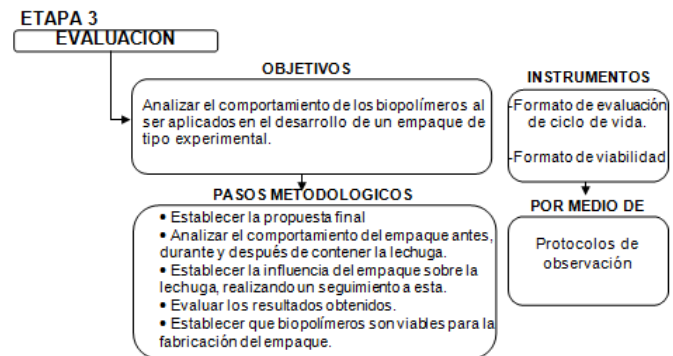
Las anteriores pruebas y aplicaciones del biopolímero base, permitieron determinar su viabilidad para ser perforado y unido por medio de calor, para desarrollar un empaque para comercialización para lechuga.

- Al ser extruido, fabricado con mayor porcentaje de almidón, texturizado y pigmentado el biopolímero adquiere características que permiten visualizar la diversidad de este material, pero no son viables al aplicarlos para el desarrollo de un empaque para comercialización de lechuga.
- El biopolímero desarrollado a partir de almidón de papa, permite ser pigmentado, extruido y texturizado, pero al modificarlo de esta manera, no es viable para el desarrollo de un empaque para comercializar lechuga.
- Es viable aplicar el biopolímero modificado a través de perforación por corte y unión por calor.

## ETAPA DE EVALUACION

Por último se desarrolló la propuesta del empaque final a la cual se realizó un seguimiento para conocer su comportamiento e interacción con la lechuga al durante el proceso de comercialización, permitiendo evaluar las características y propiedades que posee tanto el empaque como el material, conociendo finalmente la viabilidad de su aplicación.

Ilustración 4. Esquema Etapa 3. Evaluación



Fuente: Autor

## Conclusiones evaluación de la propuesta de empaque

El empaque desarrollado con el material de apoyo, fue sometido a un seguimiento en el cual se pudo observar que no se presentaron desprendimientos o rasgaduras, pero presenta fallas estructurales debido a que se deforma, afectando tanto la forma del empaque, el biopolímero y la lechuga al estar contenida.

El desarrollo del empaque presentó complejidad y una estructura con varios elementos, necesarios para estructurarlo. Por lo anterior y teniendo en cuenta que es necesario un material de apoyo, lo cual implica más procesos y costos de fabricación y que el empaque no protege completamente de daños mecánicos a la lechuga al estar contenida, se llegó a la conclusión que el biopolímero no es viable para el desarrollo de un empaque que implique una estructura rígida debido a que el biopolímero es un material flexible.

Ilustración 5. Empaque final



Fuente: Autor

Por lo anterior se exploró la aplicación del biopolímero en el desarrollo de un empaque flexible al vacío obteniendo

resultados favorables, tanto estructurales como de conservación de la lechuga. A este empaque se le realizó un seguimiento bajo condiciones reales determinando su contribución a la conservación de lechuga, aumentando entre 2 a 3 días el ciclo de la lechuga a comparación de los empaques en los cuales se comercializa actualmente. A continuación se muestra el producto obtenido a partir de empaquetado al vacío:

Ilustración 6. Empaque al vacío



Fuente: Autor

## RESULTADOS

- Estandarización del proceso de fabricación de biopolímeros a base de almidón.
- Identificación de las características físico mecánicas de los desarrollados en la primera fase experimental.
- Diseño de un empaque experimental que permitió explorar e identificar el comportamiento del biopolímero al ser aplicado para ese uso específico.
- Establecimiento de las propiedades físico mecánicas y químicas del biopolímero apto para ser aplicado en el desarrollo de un empaque experimental.

## CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto posibilitó desde el Diseño Industrial, la exploración de una nueva alternativa de aplicación del biopolímero fabricado a partir de almidón de papa para el desarrollo de un empaque agroindustrial que contribuya al medio ambiente, a la comercialización de productos hortícolas con el fin de brindar posibles soluciones de diseño a diversas problemáticas de este sector, por medio de un proceso investigativo.

## REFERENCIAS

- Departamento Nacional de Planeación (DPN). 2010. *Agenda interna para la productividad y la competitividad*. Colombia
- ÁLZATE, F. 2008. *Monografía del cultivo de la lechuga*. COLÍNAGRO.