

EXTRACCION DE QUITOSANO A PARTIR DE EXOESQUELETO DE CAMARON PARA ELABORAR RECUBRIMIENTOS PARA ALIMENTOS

Camila Andrea Ubaque Beltrán

Microbióloga Industrial líder de proyecto

Líder de semillero

Sandra Marcela Hernández Pedraza

Aprendiz de Semillero.



Centro Nacional
Hotelería, Turismo y Alimentos
Regional Distrito Capital





Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas

Ubaque Beltrán, Camila Andrea

Extracción de quitosano a partir de exoesqueleto de camarón para para elaborar recubrimientos para alimentos / Camila Andrea Ubaque Beltrán, Sandra Marcela Hernández Pedraza.-- Bogotá : SENA. Centro Nacional de Hotelería, Turismo y Alimentos, 2018.

55 páginas : fotografías

Referencias bibliográficas: páginas 51-52.

Contenido: ¿Qué es un biorecubrimiento comestible? -- Plastificantes y aditivos permitidos para la elaboración de biorecubrimientos -- Fuentes de obtención de biopolímeros para la elaboración de biorecubrimientos -- ¿En dónde se encuentra el quitosano? -- Proceso de extracción química de quitosano -- Preparación del biorecubrimiento.

ISBN 978-958-15-0481-7

1. Envases para alimentos--Investigaciones 2. Industria pesquera--Productos derivados--Investigaciones 3. Quitosano I. Hernández Pedraza, Sandra Marcela II. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

CDD: 664.09

Extracción de Quitosano a partir de exoesqueleto de Camarón para elaborar recubrimientos para alimentos, Camila Ubaque, Marcela Hernández

EXTRACCIÓN DE QUITOSANO A PARTIR DE EXOESQUELETO
DE CAMARÓN PARA ELABORAR RECUBRIMIENTOS PARA ALIMENTOS.

EXTRACCIÓN DE QUITOSANO A PARTIR DE EXOESQUELETO DE CAMARÓN PARA ELABORAR RECUBRIMIENTOS PARA ALIMENTOS

Camila Andrea Ubaque Beltrán
Microbióloga Industrial líder de semillero
Sandra Marcela Hernández Pedraza
Aprendiz de Semillero.

CNHTYA
Regional Distrito Capital
2.018

Camila Ubaque, Marcela Hernández Extracción de Quitosano a partir de Exoesqueleto
de Camarón para Elaborar recubrimientos para Alimentos.
Camila Andrea Ubaque Beltrán, Sandra Marcela Hernández Pedraza
Bogotá 2.018, 55 paginas **ISBN 978-958-15-0481-7**



Director General:

Carlos Mario Estrada

Director Regional Distrito Capital:

Enrique Romero Contreras

Subdirector Centro Nacional de Hotelería, Turismo y Alimentos Regional Bogotá:

Carlos Alberto Barón Serrano

Coordinador Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica Dirección de
Formación Profesional:

Emilio Eliécer Navia

Líder del Grupo de Investigación Recetas, Formulas y Turismo Centro Nacional de
Hotelería, Turismo y Alimentos:

Bersarion Gómez Hernández

Autores

Camila Andrea Ubaque Beltrán Líder de semillero de investigación IMAS

Sandra Marcela Hernández Aprendiz del semillero de investigación IMAS

**SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN SENA
IMAS**

Investigación Microbiológica Aplicada SENA

Editor: Editor del Servicio Nacional de Aprendizaje

ISBN: 978-958-15-0481-7

Primera Edición

©Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

Diseño y corrección de estilo:

CREATIVIDADAR S.A.S.

Bogotá Colombia 2.018



ISBN 978-958-15-0481-7

Servicio Nacional de aprendizaje-SENA
Regional Distrito Capital
Centro Nacional de Hotelería Turismo y alimentos

Grupo de investigación Recetas, Formulas y Turismo
Semillero IMAS

© Servicio nacional de aprendizaje SENA hecho el depósito que exige la ley.
Este libro salvo las excepciones previas por la ley, no puede ser reproducido por ningún sin previa autorización escrita de los autores. Los textos publicados son de propiedad intelectual de los autores y pueden utilizarlos con propósitos educativos siempre que se cite a los autores y la publicación. Las opiniones aquí contenidas son de responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente el pensamiento ni del editor ni del SENA

SENNOVA



Centro Nacional
Hotelería, Turismo y Alimentos
Regional Distrito Capital

Esta obra está dedicada principalmente a Jesucristo el autor y consumidor de la fe quien hace posible todas las cosas , también esta dedica a mi esposo y mi hija Juanita quienes me brindan amor incondicional a mis padres y hermanos por su apoyo , no podría dejar de agradecer al SENA especialmente al CNHTYA por permitir espacios para la divulgación de resultados de investigación en cabeza del doctor Carlos Alberto Barón Serrano subdirector de centro , también quiero agradecer al Doctor Emilio Eliecer Navia Coordinador Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica Dirección de Formación Profesional quien a través de SENNOVA permite espacios increíbles para la investigación y al doctor Bersarion Gómez por su apoyo incondicional, a los aprendices del semillero de investigación IMAS quienes con su esfuerzo y Dedicación ayudaron a la culminación exitosa de esta investigación.

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| 1. ¿Qué es un Biorecubrimiento comestible?..... | 14 |
| 2. Biorecubrimientos comestibles..... | 14 |
| 3. Propiedades de los Biorecubrimientos..... | 16 |
| 4. Funciones y ventajas los Biorecubrimientos comestibles..... | 18 |
| 5. Plastificantes y Aditivos permitidos para Elaboración de Biorecubrimientos..... | 18 |
| 6. Aditivos Para Biorecubrimientos Comestibles:..... | 19 |
| 7. Fuentes de obtención de biopolímeros para la elaboración de Biorecubrimientos..... | 22 |
| 8. Ventajas y Desventajas de cada una de las materias primas para la elaboración de Biorecubrimiento..... | 23 |
| 9. Utilización de Biorecubrimientos para la industria alimentaria..... | 24 |
| 10. Métodos de obtención de Biorecubrimientos..... | 26 |
| 11. ¿En dónde se encuentra el Quitosano?..... | 23 |
| 12. Proceso de Extracción Química de Quitosano a partir de exoesqueletos de camarón para la elaboración de Biorecubrimiento | |

| | |
|---|----|
| comestible | 30 |
| 13. Proceso De Extracción Química De Quitosano:..... | 30 |
| 14. Metodología Grafica del proceso Extracción química de Quitosano a partir de exoesquelos de Camarón. | 33 |
| 15. Otros campos de Aplicaciones para el uso de Quitosano..... | 34 |
| 16. Pruebas de caracterización del Quitosano obtenido mediante extracción química. | 35 |
| 17. Determinación Del Grado De Desacetilación Mediante Titulación Potenciométrica..... | 40 |
| 18. Capacidad Antimicrobiana del Quitosano | 40 |
| 19. Preparación Del Biorecubrimiento | 43 |
| 20. Técnica de aplicación del Biorecubrimiento | 43 |
| 21. Aplicaciones del Biorecubrimiento comestible a base de Quitosano en la industria alimentaria | 45 |
| 22. Ventajas del uso de Biorecubrimiento a partir de Quitosano para la industria alimentaria..... | 46 |
| 23. Conclusiones..... | 50 |
| 24. Referencias bibliografía..... | 51 |

Camila Andrea Ubaque Beltrán

Microbióloga Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana- Bogotá

Estudiante de Maestría en ciencia y tecnología de alimentos de la Universidad Nacional de Colombia con énfasis en investigación – Bogotá

Instructora SENA del Centro Nacional hotelería turismo y alimentos Distrito Capital.

Sandra Marcela Hernández Pedraza

Aprendiz del Programa Tecnología en Control de Calidad de Alimentos del Centro Nacional hotelería Turismo y Alimentos, integrante del semillero de investigación IMAS

PROLOGO

Nos complace presentar los resultados finales de la investigación de la línea empaque para alimentos realizada por la investigadora Camila Andrea Ubaque con su grupo de aprendices del semillero de investigación IMAS (Investigación Microbiológica Aplicada Sena) del Centro Nacional de Hotelería, Turismo y Alimentos.

Este trabajo hace énfasis en la investigación de nuevas alternativas para hacer frente en la proliferación de polímeros sintetizados derivados del petróleo los cuales son utilizados en la industria alimentaria con el fin de prolongar vida útil de los alimentos.

Su objetivo consiste en elaborar un biorecubrimiento para alimentos como frutas, verduras o carnes que ayude a mantener sus características organolépticas y prolongar su vida útil, haciendo que se disminuya el uso de empaques sintéticos los cuales generan un fuerte impacto ambiental.

Cabe resaltar que este proyecto clasifico por la Regional Bogotá como proyecto en Innovación al evento de la Redcolsi Nacional 2.018 y fue la segunda mejor ponencia en el I Encuentro de Investigación e Innovación de Desarrollo Tecnológico , Social y Ciencias Afines en el Centro Industrial y de Energías Alternativas del Sena Regional Guajira

Para este fin se realizó la extracción química de quitosano a partir del exoesqueleto de camarón mediante varias etapas en el laboratorio. Su extracción fue hecha en el laboratorio de microbiología de Centro Nacional de Hotelería Turismo y Alimentos por extracción química la cual consistió en conseguir los exoesqueletos de camarón a los

se molieron para luego realizar procedimientos químicos como: Despigmentación, Desproteización, Desmineralización, Desacetilación con la finalidad de obtener quitosano el cual tiene una fuerte actividad antimicrobiana frente a diversas bacterias. Al quitosano obtenido se le adiciono un agente plastificante en este caso se usó glicerol el cual es un aditivo que ayuda al proceso aumentando la flexibilidad y la permeabilidad del biorecubrimiento.

Por último se sumergió el sustrato en el la solución conformada por quitosano, glicerol y demás aditivos utilizando la técnica por inmersión dip coating. El sustrato (alimento) a recubrir se introduce en la solución, cuando el sustrato está totalmente cubierto con la solución lo siguiente es dejar consolidar la capa en el sustrato, paso seguido es un proceso de eliminación del exceso de la solución por drenado de la misma, y por último se deja secar totalmente recubierto con la solución de esta forma, una parte de la solución queda adherida al sustrato en forma de biorecubrimiento.

Se realizaron los análisis físicos químicos y microbiológicos determinando que el biorecubrimiento a partir de quitosano prolonga el tiempo de vida útil de los alimentos manteniendo más estables sus características de calidad.

Cabe resaltar la importancia del proyecto al usar adecuadamente los residuos de la industria camaronera nacional que generan contaminación de ríos y aguas y su aplicación como bioempaque a la industria alimentaria sin causar mayores impactos ambientales e incorpora una característica importante de mantener la calidad de los productos alimenticios.

Esperamos contribuir significativamente al sector de los alimentos, su aplicación y transferencia a la industria nacional, al mejoramiento ambiental con el manejo adecuado de desechos, empaques biodegradables y contribuir con alimentos inocuos para el pueblo colombiano.

Bersarión Gómez Hernández

Líder SENNOVA Centro Nacional de Hotelería Turismo y Alimentos
Bogotá.

Líder de investigación del Grupo de Investigación Recetas, formulas
y Turismo

Candidato a Doctor en Sociología Jurídica e instituciones políticas
de la Universidad Externado de Colombia

INTRODUCCIÓN

Para evitar la degradación de los alimentos se utilizan empaques los cuales ayudan a mantener la calidad del producto, estos a su vez generan impactos negativo sobre el medio ambiente dado a que en su mayoría son elaborados a partir de polímeros sintéticos que son de difícil degradación, generando así un fuente de contaminación al medio ambiente por el uso indiscriminado de recursos no renovables como el petróleo, por lo anteriormente se hace necesario buscar alternativas en fuentes de fácil consecución renovables y de bajo costo para remplazar y disminuir el impacto ambiental generado por el uso de plástico en la industria alimentaria. Los biorecubrimientos comestibles son una alternativa para prolongar la vida útil de los alimentos ya que retardan el deterioro de los alimentos actuando como barreras para el agua vapor, oxígeno y dióxido de carbono y daños ocasionados por microorganismos. Los biorecubrimientos por su carácter biodegradables contribuyen con el medio ambiente y regresan de forma más rápida al ciclo de vida.

1. ¿QUÉ ES UN BIORECUBRIMIENTO COMESTIBLE?

Los biorecubrimientos se definen como productos comestibles que forman una fina capa sobre el alimento y se caracterizan por que constituyen una barrera semipermeable a los gases y al vapor de agua que retrasa el deterioro del alimento, mejoran las propiedades mecánicas, ayudan a mantener la integridad estructural del producto, ayudan a retener compuestos volátiles y pueden actuar como vehículo de aditivos alimentarios. (Torrenegra et al., 2016)



Fuente del Autor

2. BIORECUBRIMIENTOS COMESTIBLES

Los Recubrimientos comestibles (RC) pueden ser elaborados a partir de una gran variedad de polisacáridos, proteínas y lípidos, solos o en combinaciones, dichas formulaciones por lo general incluyen, conjuntamente plastificantes y emulsificantes, los cuales se utilizan con la finalidad de ayudar a mejorar las propiedades finales

de la película o recubrimiento. Las mismas presentan algunas de las siguientes ventajas: Dureza, transparencia, buenas propiedades de barreras contra el oxígeno y el vapor de agua y pueden ser comestibles. (Fernández et al., 2015).

Los polisacáridos y las proteínas son polímeros que forman redes moleculares cohesionadas por una alta interacción entre sus moléculas, estas les confiere buenas propiedades mecánicas y de barrera a gases como el O₂ y CO₂, retrasando las principales causas de alteración en frutas y hortalizas. Los polisacáridos son los hidrocoloides más utilizados en la industria alimenticia, forman parte de la mayoría de las formulaciones que actualmente existen en el mercado. Sin embargo; presentan una gran desventaja como barrera a la pérdida de humedad. Los más utilizados en la formación de recubrimientos comestibles son: las pectinas de alto y bajo metoxilo, la celulosa y sus derivados, el alginato, el quitosano, la dextrina, el carragenato, y la goma arábiga, entre otros (Fernández et al., 2015).

Las proteínas se utilizan comúnmente como materiales formadores de biorecubrimiento, las cuales son macromoléculas consecuencias de aminoácidos específicas y estructuras moleculares. (Han J., 2014).

Por otro lado los lípidos se caracterizan por ser hidrofóbicos y no poliméricos, presentando excelentes propiedades de barrera frente a la humedad, sin embargo, su falta de cohesividad e integridad estructural hace que presenten malas propiedades mecánicas formando recubrimientos quebradizos; sin embargo, reducen la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior y pueden mejorar el brillo y la apariencia de muchos de los alimentos. (Fernández et al., 2015).

Dentro del grupo de lípidos aplicados a recubrimientos se pueden

mencionar las ceras producidas por las abejas y ceras producidas por plantas como candelilla y carnauba, resinas, monoglicéridos, diglicéridos y ácidos grasos tales como el ácido esteárico, palmítico, láurico y oleico, entre otros (Fernández et al., 2015).

Otros componentes de gran importancia en la elaboración de RC son los plastificantes y emulsificantes. Los plastificantes son moléculas pequeñas de bajo peso molecular que se adicionan con el objetivo de mejorar la flexibilidad y funcionabilidad de los recubrimientos, haciéndolos menos frágiles. Dentro de los agentes plastificantes más utilizados se encuentran: el glicerol, ácidos grasos, sorbitol, aceites, ceras entre otros, mientras que, los emulsificantes favorecen la dispersión del lípido en la matriz hidrocoloide y reducen la actividad de agua superficial (Fernández et al., 2015).

3. PROPIEDADES DE LOS BIORECUBRIMIENTOS

Las propiedades de los biorecubrimientos son físicas, mecánicas, funcionales y de biodegradación.

Entre las propiedades físicas más representativas se encuentran: (Tarapuez, A., & Suarez, J, 2019)

a) Espesor: propiedad importante ya que a medida que aumenta, la transferencia de masa se eleva provocando que se incremente la presión parcial de vapor de agua de equilibrio en la parte inferior de la cubierta.

b) Solubilidad en agua: Factor significativo que delimita la biodegradabilidad del RC al emplearlo como un medio para preservar los alimentos, una baja solubilidad es positiva para el almacenamiento de alimentos, pero un valor alto puede ser favorable durante la cocción con alimentos recubiertos con películas, esta

propiedad es muy importante para evaluar la aplicación correcta como recubrimiento (

Entre las propiedades mecánicas más representativas se encuentran: (Tarapuez, A., & Suarez, J,2019)

a) Elongación a la rotura: Es la capacidad de flexibilidad o estiramiento que posee una película, hasta que se rompa.

b) Resistencia a la tracción: Es la medida de la capacidad de un polímero a resistir a los esfuerzos de estiramiento, se mide aplicando un esfuerzo a una probeta. Es un ensayo que permite precisar la resistencia elástica, resistencia última y plasticidad del material cuando se le somete a fuerzas uniaxiales.

Entre la propiedad funcional más representativa se encuentra: (Tarapuez, A., & Suarez, J,2019)

Permeabilidad al vapor de agua: Es una medida que permite verificar cuando se transfiere vapor de agua a un material, que depende de la parte hidrofóbica de los elementos que forman la película o recubrimiento comestible, por medio del movimiento del vapor del agua en los polímeros, se determina el traspaso de humedad desde el producto al medio ambiente, lo más pausado posible.

Entre la propiedad biodegradable más representativa se encuentra:

Biodegradación: es la capacidad de un material de descomponerse en dióxido de carbono, metano, agua y componentes orgánicos, la acción enzimática de microorganismos que se miden por ensayos estandarizados es el mecanismo principal,

Ensayados en períodos y ambientes de almacenamiento definidos.

4. FUNCIONES Y VENTAJAS LOS BIORECUBRIMIENTOS COMESTIBLES.

Comestibilidad y biodegradabilidad

Las características más beneficiosas de los recubrimientos comestibles son su comestibilidad, y la biodegradabilidad inherente. En donde todos los componentes de los recubrimientos (biopolímeros, plastificantes y otros aditivos) deben ser ingredientes de grado alimenticio, y todas las instalaciones y equipos de proceso deben ser aceptables para el procesamiento de alimentos. Con respecto a biodegradabilidad, todos los componentes deben ser biodegradables y ambientalmente seguros. (Han J., 2.014)

5. PLASTIFICANTES Y ADITIVOS PERMITIDOS PARA ELABORACIÓN DE BIORECUBRIMIENTOS.

Plastificantes

Son aquellos componentes que se agregan para suavizar la estructura rígida de los recubrimientos.

Son sustancias estables y no volátiles con un alto punto de ebullición, son importantes en la formación de recubrimientos debido a que estos afectan las propiedades mecánicas y la permeabilidad del RC, alterando la estructura y la movilidad de la cadena y los coeficientes de difusión de gases y agua al reducir fuerzas intermoleculares e intramoleculares. Los plastificantes utilizados como aditivos en la matriz polimérica, ayuda al proceso, aumentando la flexibilidad y reduciendo las fuerzas intermoleculares, el agua es el disolvente principal para la formación de polímeros naturales además de los

glicoles como el sorbitol y la glicerina por su bajo peso molecular, conveniente para realizar el proceso de plastificación permitiendo obtener un recubrimiento comestible menos frágil, más flexible, manejable y resistente, mejorando las propiedades mecánicas del RC. (Han J., 2.014)(

Glicerol

El glicerol es un agente suavizante para los polímeros que mejora la flexibilidad de las RC resultantes, el glicerol de peso molecular bajo o de cadena corta es efectivo para plastificar a diferencias del glicerol de cada larga, este plastificante hace que reduzca los enlaces intermoleculares entre cadenas de polímeros, modificando las propiedades mecánicas y produciendo RC más flexibles. La concentración de glicerol es de gran importancia en la solubilidad de los biorecubrimientos debido a que es una molécula hidrofílica y esta es compatible con los biopolímeros que los conforman por lo que a mayor concentración, la solubilidad del recubrimiento se verá favorecida. (Han J., 2.014)

6. ADITIVOS PARA BIORECUBRIMIENTOS COMESTIBLES

Los RC son una forma de empaques activos, a los que se les añade una sustancia activa que permite mejorar la funcionalidad de estos, además, se considera que cuando se incorporan agentes antimicrobianos a un polímero, el material limita o impide el crecimiento microbiano. Los agentes antimicrobianos pueden ser compuestos sintéticos o de origen natural. Entre las alternativas naturales se encuentran los aceites esenciales (AE), los cuales presentan principios activos químicos como hidrocarburos terpénicos, aldehídos, ácidos, alcoholes, fenoles, ésteres, cetonas, entre otros. Algunos AE son reconocidos por su actividad antimicrobiana, y recientemente se propone incorporarlos en los empaques para alimentos (Hernández L., et al 2.011)

Fuente del Autor

Antimicrobianos: Son sustancias utilizadas como aditivos que se añaden a los alimentos para conservarlos y minimizar la presencia de microorganismos como: Bacterias, levaduras y Hongos Ejemplo: Sorbato de potasio, Ácido acético Aceites esenciales naturales (Hernández L., et al 2.011)

Antioxidantes Son sustancias utilizadas como aditivos alimentarios que prolongan la vida útil en almacén de los alimentos protegiéndolos del deterioro ocasionado por la oxidación tales como: Ácido cítrico, Ácido ascórbico, Metabisulfito de sodio entre otros (Tarapuez, A., & Suarez, J.,,2019

Biopolímero

Es 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 bioplásticos evitando la producción de toxinas dañinas para el ambiente.

Los biopolímeros son de dos tipos: Naturales y Sintéticos (Cáceres C., et al 2017)

Los biopolímeros naturales a base de carbohidratos y polisacáridos pueden: Almidón, agar, celulosa quitosano. Los biopolímeros a base de proteína son: compuestos por proteína de soya, gluten de trigo gelatina caseína entre otros.

Biopolímeros de origen bacteriano quimotripsina fumarasa. (Cáceres C., et al 2017)

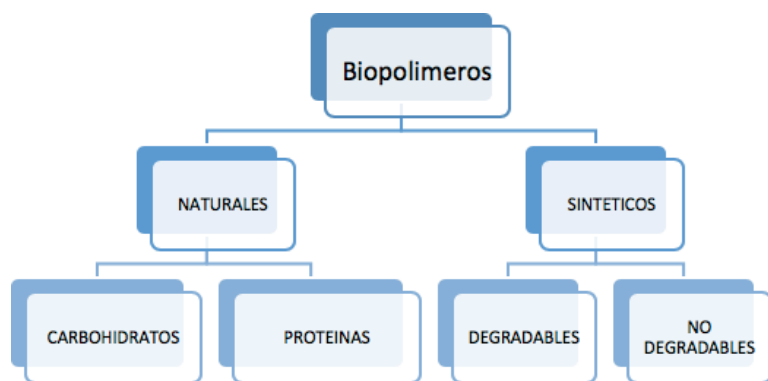


Figura 1: Clasificación de los biopolímeros (Cáceres C., et al 2017)

7. FUENTES DE OBTENCIÓN DE BIOPOLÍMEROS PARA LA ELABORACIÓN DE BIORECUBRIMIENTOS

| | |
|--|---|
| Biopolímeros A base de Polisacáridos | Tubérculos (papa, yuca), maíz Quitosa (hongos, crustáceos) Alginato (algas marrones) Pectina (cítricos, plátano, manzana) |
| Biopolímeros A base de Proteína | De origen vegetal gluten (trigo soya) De origen animal gelatina (piel, hueso, Tendones, viseras, pesuñas de ganado vacuno equino porcino y avícola) Caseína (Leche mamíferos) |
| Biopolímeros De origen Bacteriano | Quimo tripsina (Cuajo) fumarasa (células mitocondriales) |

(Cáceres C., et al 2017)



8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA UNA DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE BIORECUBRIMIENTO

| MATERIA | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|------------------|--|---|
| Quitosano | <ul style="list-style-type: none"> *Actividad antimicrobiana, *Propiedades mecánicas (Cáceres C., et al 2017) *Baja permeabilidad de gases (Cáceres C., et al 2017) | <ul style="list-style-type: none"> * Sensibilidad al agua (Cáceres C., et al 2017) |

| | | |
|----------------|---|--|
| Caseína | <ul style="list-style-type: none"> *Permeable contra el oxígeno y aromas. (Cáceres C., et al 2017) | <ul style="list-style-type: none"> *Barrera moderada contra la humedad *Se necesitan plastificantes (Cáceres C., et al 2017) |
| Gluten | <ul style="list-style-type: none"> *Bajo costo *Buena barrera contra oxígeno. *Buenas propiedades para formación de películas. (Cáceres C., et al 2017) | <ul style="list-style-type: none"> *Alta sensibilidad a la humedad *frágil |
| Almidón | <ul style="list-style-type: none"> *Biorecubrimiento bien formado, después de disolverlo con etanol y acetona. *Propiedades en la barrera de tensión y humedad *Excelentes propiedades mecánicas. (Cáceres C., et al 2017) | <ul style="list-style-type: none"> *Sensibles a la temperatura el uso de plastificantes lo puede mejorar (Cáceres C., et al 2017) |

9. UTILIZACIÓN DE BIORECUBRIMIENTOS PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Es un hecho que la aplicación de recubrimientos comestibles para proteger los alimentos no es un invento nuevo; sin embargo, dichos recubrimientos recientes todavía no están ampliamente aplicados en la industria de alimentos. En la actualidad, existe una amplia gama de investigaciones dedicadas al análisis de nuevos componentes para la formulación de soluciones de recubrimiento y metodologías más eficientes. (Velázquez A & Guerrero.,2014).

Recubrimientos comestibles en frutas

El propósito de los RC en frutas radica en reducir la pérdida de agua, retardar el envejecimiento, impartir brillo y conservar el color, permitiendo así una mejor calidad y precio de estos productos. Es amplio el desarrollo y aplicación de recubrimientos en frutas. El almidón, proveniente de distintas fuentes, ha sido ampliamente probado como componente principal en la elaboración de RC aplicados a diversos tipos de frutas. (Velázquez A & Guerrero ., 2014).

Recubrimientos comestibles en hortalizas

La aplicación de RC en hortalizas ha sido igual de amplia que en las frutas y el quitosano ha sido probado en distintos estudios. Por ejemplo, en periodos cortos de transporte y distribución a poca distancia, el uso de un RC a base de quitosano se considera adecuado para retardar el pardeamiento de los champiñones; en periodos prolongados, es útil para controlar la decoloración

asociada a actividad enzimática y el deterioro general. (Velázquez A & Guerrero., 2014).

Recubrimientos comestibles en productos cárnicos

Los alimentos de origen animal son ampliamente consumidos en todo el mundo por su alta disponibilidad de nutrientes, pero debido a ello, pueden proporcionar un ambiente adecuado para el crecimiento de microorganismos patógenos y alterantes.

Además, la carne y productos cárnicos son altamente susceptibles a la oxidación lipídica, lo que lleva a un rápido desarrollo de sabor rancio, y ciertos RC a base de polisacáridos pueden proporcionar una protección eficaz contra la oxidación de lípidos y otros compuestos de los alimentos de origen animal.

De tal forma, el uso de RC es una tecnología prometedora para la conservación de carnes crudas y procesadas, gracias a su efecto de barrera.

El uso de RC elaborados con quitosano es una buena alternativa para el control de la microbiota presente principalmente en carnes como salami y hamburguesas de cerdo. (Velázquez A & Guerrero ., 2014).

Recubrimientos comestibles en productos elaborados con cereales

Las grasas y aceites se han utilizado tradicionalmente en bocadillos o galletas para cumplir con la función de aromatizante o adhesivo de condimentos; sin embargo, como resultado de la creciente demanda de bocadillos bajos en grasa, muchas empresas han introducido productos con recubrimientos comestibles que cumplen con esa función y que además poseen un reducido valor calórico. Los recubrimientos de polisacáridos se han utilizado para reducir la

pérdida de color y el ablandamiento en panadería de baja humedad y productos extruidos tales como cereales, galletas y bocadillos que tienen una textura crujiente (Velázquez A & Guerrero ., 2014).

10. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE BIORECUBRIMIENTOS

Entre los principales métodos para biorecubrimientos se encuentran:

Método húmedo: los biorecubrimientos obtenidos por polímeros naturales se obtienen principalmente por el método de evaporación por solvente, este método tiene tres etapas principales: la primera consiste en la solubilización del polímero en un solvente adecuado, la adición de un plastificante y otros aditivos, seguido de una segunda etapa donde la solución se vierte en una placa o recipiente y la última que es la evaporación del solvente. La velocidad de secado y la temperatura son condiciones importantes para la calidad del RC. (Giraldo J .,2013)

Método seco: Este método usualmente involucra procesos de fundición (extrusión, amasado, etc.) bajo un tratamiento termo mecánico con plastificantes. Este método es usado por ejemplo con almidón plastificado. (Giraldo J .,2013)

Dentro de los biopolímeros más abundantes en la naturaleza se encuentra el quitosano, es un biopolímero principal derivado de la quitina, es un amino-polisacárido compuesto principalmente de unidades repetitivas de 2- amino-2-desoxi--D-Glucopiranosas, como polímero natural tiene un gran potencial en diferentes aplicaciones. En la agroindustria se usa en películas para recubrimiento de frutos, hojas, semillas y vegetales frescos, en la clarificación de jugos de

fruta, en la protección de plántulas, en la liberación controlada de agroquímicos, en la estimulación del crecimiento, como inhibidor del oscurecimiento de frutos y tubérculos, en biocidas, como corrector de sustratos de crecimiento y como inductor de mecanismos de defensa, estos usos se deben a sus propiedades fisicoquímicas, tales como; su biodegradabilidad, biocompatibilidad, a toxicidad, inmunogenicidad, actividad bactericida, fungicida, antiviral y biocida. Su descubrimiento data del siglo XIX cuando Rouget reporta en 1859 formas desacetiladas de la quitina y en 1894 Hoppe y Seyler lo denominan quitosano. Factores como el incremento en las aplicaciones en los sectores agroquímico y salud manejan el comercio de estos biopolímeros, también el aumento de la demanda de los países en desarrollo como Asia, América Latina y Medio Oriente. Japón representa el mercado más grande del mundo seguido por Estados Unidos, el mercado con mayor proyección es el de Asia-Pacífico con una tasa de crecimiento anual del 12%. La región Latino Americana no figura a nivel mundial entre los principales productores de este biopolímero, a pesar de ello está tiene la capacidad de generar hasta el 12% del material quitinoso que se produce a nivel mundial, con alrededor de unas 170.000 toneladas/año de desechos sólidos aprovechables para producir alrededor de unas 25.000 toneladas/año de quitina. (Giraldo J., 2013)

El Quitosano ofrece un amplio potencial que puede ser aplicado a la industria alimentaria debido a sus propiedades fisicoquímicas particulares, estos aspectos lo hacen de vital interés para la preservación de alimentos y las tecnologías emergentes. Además de investigaciones basadas en sus características antimicrobianas, se han evaluado y cuantificado sus propiedades mecánicas, térmicas y de permeabilidad a los gases (O₂, CO₂), encontrándose que RC

de gelatina-quitosano plastificadas con agua y polioles sufren un aumento en la permeabilidad conforme se incrementa el contenido de plastificantes los biorecubrimientos compuestos de almidón de maíz-quitosano plastificadas con glicerina, muestran que la mezcla de estos dos hidrocoloides mejora sus propiedades mecánicas como la elongación a la rotura y la permeabilidad al vapor de agua, en contraste con membranas desarrolladas con uno solo de los componentes estructurales. Esto como resultado de las interacciones entre los grupos hidroxilo del almidón y los grupos amino del quitosano.,(Quintero J., et al 2.010).



Fuente del Autor

11. ¿ENDÓNDE SE ENCUENTRA EL QUITOSANO?

El Quitosano se encuentra principalmente en exoesqueletos (caparazones) de crustáceos, alas de insectos (cucarrones, cucarachas) paredes celulares (hongos y algas).

El exoesqueleto es la cubierta exterior que protege y sostiene el aparato muscular del camarón, se produce gracias a la actividad secretora de las células epidérmicas y está compuesto básicamente de quitina, proteína y carbonato de calcio. (Giraldo J .,2013). La industria pesquera generalmente desecha estos exoesqueletos disponiéndolos como residuos sólidos no aprovechables.



Fuente del Autor

12. PROCESO DE EXTRACCIÓN QUÍMICA DE QUITOSANO A PARTIR DE EXOESQUELETOS DE CAMARÓN PARA LA ELABORACIÓN DE BIORECUBRIMIENTOS PARA ALIMENTOS

El proceso inicia con la recepción de la materia prima en el laboratorio de Microbiología del Centro Nacional de Hotelería Turismo y Alimentos SENA- Distrito Capital, para esta investigación la extracción se realizó a partir de Exoesqueletos de camarón, posteriormente se procedió a realizar la molienda, en este punto comienza la transformación fisicoquímica de los exoesqueletos de camarón, los cuales fueron sometidos a procesos químicos tales como procesos de: Despigmentación Desproteinización, Desmineralización y finalmente a Desacetilación como producto final se obtiene el quitosano. (Giraldo J .,2013). Los cuales se explicaran a continuación.

13. PROCESO DE EXTRACCIÓN QUÍMICA DE QUITOSANO:



Fuente del Autor

Los exoesqueletos de camarón se molieron hasta obtener pequeñas partículas en un molino de Grano, con el exoesqueleto en polvo, limpio y seco se procedió a realizar procedimientos químicos con el objetivo de obtener el quitosano, mediante las siguientes etapas:



Fuente del Autor

Despigmentación: Consiste en retirar los pigmentos presentes en los exoesqueletos de camarón como astaxantinas, dicho proceso se realizó sumergiendo los exoesqueletos de camarón en una solución de etanol al 86% durante dos horas (Giraldo J., 2013)



Fuente del Autor

Desproteinización: Se realizó con NaOH con el objetivo de retirar las proteínas presentes que interfieren con la pureza de la quitina, este proceso a diferencia de la despigmentación se realiza a altas temperaturas y en un menor lapso de tiempo para evitar la despolimerización de las cadenas polisacáridos. (Giraldo J .,2013) este proceso se desarrolló preparando una solución acuosa de NaOH 2M, con una relación de 1:10 (p/v), con agitación durante 3 horas, a temperaturas entre 90°C y 100°C

Desmineralización se realizó con HCl 2N en una relación de 1:5 (p/v), con agitación durante 2 horas, a temperatura ambiente con el objetivo de retirar el carbonato de calcio (CaCO₃) presente en los exoesqueletos de camarón, el CaCO₃ reacciona con los iones H₃O⁺ y Cl⁻ disociados en la solución presentándose la siguiente reacción. (López P .,2014)



Desacetilización: Se realizó con la adición de NaOH 50%, en una relación de 1:15 (p/v), en agitación durante 3 horas, a una temperatura entre 90°C – 100°C; temperatura. (López P .,2014)

14. METODOLOGÍA GRAFICA DEL PROCESO EXTRACCIÓN QUÍMICA DE QUITOSANO A PARTIR DE EXOESQUELETO DE CAMARÓN



Fuente del Autor

15. OTROS CAMPOS DE APLICACIONES PARA EL USO DE QUITOSANO

| Campo | Uso |
|-------------------|---|
| Agricultura | <ul style="list-style-type: none">*Recubrimiento de semillas con películas de quitosano para su conservación durante el almacenamiento.*Sistemas liberadores de fertilizantes*Agentes bactericidas y fungicida para la protección de plántulas. |
| Medicina | <ul style="list-style-type: none">*Producciones suturas*Gasas y vendajes*Cremas bactericidas. |
| Tratamiento aguas | <ul style="list-style-type: none">*Coagulante primario aguas residuales*Floculante*Captura de metales pesados. |
| Cosméticos | <ul style="list-style-type: none">*Capsulas adelgazantes*Aditivo bactericida en jabones*Agente hidratante para la piel. |
| Biosensores | <ul style="list-style-type: none">*Sensores para glucosa*Sensor para detención de fenoles.*Sensores basados en la inmovilización de nano partículas. |

(Cáceres C., et al 2017)

16. PRUEBAS DE CARACTERIZACIÓN DEL QUITOSANO OBTENIDO MEDIANTE EXTRACCIÓN QUÍMICA

El quitosano obtenido se caracterizó mediante pruebas fisicoquímicas y microbiológicas.

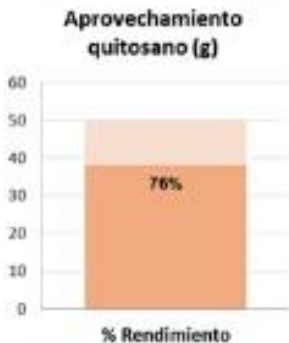
Primero se midió el rendimiento del quitosano a partir del exoesqueleto de camarón, mediante la siguiente formula:

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{RR}{RT} \cdot 100$$

Donde:

RT: Peso de la muestra con la que se comenzó el proceso (g) 50g

RR: Cantidad de producto final (g quitosano)38g



Gráfica 1 Porcentaje del rendimiento aprovechamiento del exoesqueleto de camarón en gramos

| | |
|---|------------|
| Insumo (Quitosano Inicial) | 50g |
| Quitosano obtenido después de la extracción : | 38g |
| Desperdicio: | 12 g |
| % Rendimiento | 76% |

Tabla 1 % Rendimiento aprovechamiento del exoesqueleto de camarón en gramos

Después de realizar la extracción química solo existió un desperdicio de 12 g de exoesqueleto del camarón inicial para un rendimiento de 76% la cual indica que este residuo es aprovechable.

Dentro de las pruebas fisicoquímicas se determinó el grado de desacetilación (DD) debido a que las propiedades fisicoquímicas del quitosano se atribuyen en gran medida al grupo amino, el cual en pH 6.4 o menor se encuentra protonado y es muy reactivo. (Ramírez C et al., 2.016) El grado de desacetilación representa la proporción de unidades de N-acetil-D-glucosamina con respecto al número total de unidades en el biopolímero y se puede considerar como una medida de la pureza del biomaterial y está relacionado con las propiedades físico-químicas y en el desempeño del quitosano en diversas aplicaciones (Ramírez C et al., 2.016).

17. Determinación Del Grado De Desacetilación Mediante Titulación Potenciométrica

Para realizar esta prueba se disolvieron 0.20 g de quitosano en 20 ml de una solución acuosa de HCl 0.1 M. Se calculó la cantidad de KCl

que se debe agregar a la solución anterior para ajustar la fuerza iónica a 0.1 y se aforó a 100 ml con agua destilada. La solución titulante se preparó con NaOH 0.025 M conteniendo 0.1 M de KCl. Se utilizó un potenciómetro para realizar mediciones de pH, se agregó la solución de NaOH en cantidades constantes de 0.5 ml por vez con agitación mecánica constante, se registraron los valores de pH en cada adición, hasta alcanzar un valor de pH de 2. Enseguida se continúa con la titulación usando NaOH hasta alcanzar un valor de pH de 6.0. El grado de desacetilación se calculó mediante la siguiente ecuación (Paz N et al 2.012)

$$DD\% = (2.03) \frac{V_2 - V_1}{m + 0.042} (v_2 - v_1)$$

Donde

DD%= Grado de acetilación

V₂= Volumen de NaOH gastado para Ph 2.0

V₁= Volumen de NaOH gastado para Ph 6.0

M= peso de la muestra de quitosano.

En esa investigación el quitosano obtenido en el laboratorio MB2 del CNHTYA fue de 75,02% DD el cual corresponde a un buen porcentaje de desacetilización comparado con el quitosano obtenido de manera comercial a continuación se realiza un comparativo de los porcentajes de desacetilación obtenido con datos de referencia de muestras comerciales y de quitosano obtenido a escala industrial.

| MUESTRA | GRADO DE N-DESACETILACIÓN (%) |
|--|-------------------------------|
| Quitosano (escala) obtenido en el laboratorio MB2 del CNHTYA | 75,02 |
| Quitosano (Escala industrial) | 79,90±0,03 |
| HMW (Quitosano de alta masa molecular) | 79,00* |
| MMW (Quitosano de alta masa molecular) | 81,40* |

Tabla 2 Grado de N-des acetilación, diferentes escalas de muestras comerciales y quitosano obtenido en el laboratorio MB2 del CNHTYA.

Para medir el porcentaje de cenizas, se realizó de la siguiente manera, se incineraron 2 g de muestra a la llama hasta total carbonización y desaparición de humos blancos. Seguidamente se incineró en mufla a 750–800°C durante 6 horas. El proceso final de enfriamiento se realizó en un desecador y se pesó el crisol, repitiéndose sucesivamente esta operación hasta peso constante. Criterio de aceptación: $\leq 1,0\%$ (Paz N et al.,2012) este proceso se realizó en los laboratorios de fisicoquímica del Centro Nacional Hotelería Turismo y Alimentos.

Terminada la prueba se obtuvieron los siguientes datos que corresponden al porcentaje de cenizas del quitosano.

| | Muestras 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|-------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Peso muestra | 1.1401 | 1.4998 | 1.3134 |
| Peso crisol | 81.0811 | 77.1802 | 94.2405 |
| Peso crisol con cenizas | 81.0899 | 77.1899 | 94.2499 |
| % de Cenizas | 0.77% | 0,65% | 0,72% |

Tabla 3: Datos obtenidos en laboratorio del porcentaje de cenizas

Estos valores están influenciados por la presencia de impurezas de tipo mineral (calcio), resultados acordes con el contenido calcáreo característico del exoesqueleto del camarón. Además del origen, depende también de las propiedades y condiciones de obtención del quitosano, debido a la relación directa que existe entre la concentración de la disolución de NaOH y su viscosidad, facilitando en mayor o menor medida la retención de impurezas. No obstante, el valor obtenido es menor del 1%, límite establecido para este parámetro en las especificaciones de calidad de las muestras comerciales (Paz N et al., 2.012)



Fuente del Autor

18. CAPACIDAD ANTIMICROBIANA DEL QUITOSANO

La medición de la capacidad antimicrobiana del quitosano obtenido en el laboratorio se midió frente a cepas ATCC de *E. coli* y *S. aureus* mediante la técnica de discos para lo cual se realizaron diluciones decimales consecutivas a partir de patrones de McFarland N° 5. Se sembraron las diluciones 10³ a 10⁵, sembrando de cada dilución 0,1 ml en superficie, por triplicado, en Agar Nutritivo homogeneizando con asa de hockey. Una vez inoculado el respectivo microorganismo, se procedió a impregnar discos de papel filtro (Whatman) de 4 mm de diámetro en la solución de quitosano obtenido, distribuyéndolos en las cajas de petri de manera equidistante. Se empleó como control negativo un disco de papel filtro impregnado con agua destilada estéril. (Herrera R et al., 2.006). Todas las cajas se incubaron a 37°C durante 24 horas por tratarse de la evaluación de microorganismos mesofilos. Al término del tiempo de incubación, se observaron las cajas de petri, seleccionando aquellos discos que presentaron un halo de inhibición del crecimiento. Estos halos fueron medidos utilizando una regla milimetrada, expresando los resultados de la medición, El promedio aritmético de cada una de las réplicas para cada cepa fue registrado en la tabla de resultados los resultados.

A continuación se expresan los resultados obtenidos en el laboratorio demostrando la capacidad antimicrobiana del quitosano obtenido en el laboratorio frente a cepas ATCC de *E. coli* y *Saureus*.

| Dilución | | E.coli | S.aureus |
|-----------------|----|----------|----------|
| 10 ³ | D1 | 4,64 mm | 3,05 mm |
| | D2 | 4,83 mm | 3,02 mm |
| | D3 | 4,67 mm | 3,00 mm |
| | X | 4,71 mm | 3,02 mm |
| 10 ⁴ | D1 | 5,36 mm | 3,91 mm |
| | D2 | 5,22 mm | 3,93 mm |
| | D3 | 5,21 mm | 3,87 mm |
| | X | 5,26 mm | 3,90 mm |
| 10 ⁵ | D1 | 11,71 mm | 7,44 mm |
| | D2 | 11,57 mm | 7,47 mm |
| | D3 | 11,61 mm | 7,48 mm |
| | X | 11,63 mm | 7,46 mm |

Tabla 4 Efecto antimicrobiano del Quitosano frente a cepas ATCC E. coli S. aureus medido en mm.

Además, el quitosano tiene propiedad quelante, lo que permite que este biopolímero se pueda ligar selectivamente a metales presentes en las estructuras externas de los microorganismos, inhibiendo así la producción de toxinas. También se ha reportado que el quitosano puede inhibir enzimas debido a la interacción quitosano-ADN que altera la síntesis de ARN mensajero. (Valencia A .2015).



Mediante los resultados obtenidos se evidencia la capacidad de inhibición del quitosano sobre dos cepas encontrando un mínimo halo de 3,02 mm para el caso de *S. aureus* en la dilución 103 y un máximo de 7,46 mm en la dilución 105 y para la cepa *E. coli* un mínimo halo de inhibición de 4,71 mm en la dilución 103 y un máximo halo de inhibición de 11,63 mm en la dilución 105 en lo cual se evidencia la gran capacidad antimicrobiana de este polímero obtenido en el laboratorio, ya descrita por varios autores.

Una de las principales razones para que el quitosano posea actividad antimicrobiana es la presencia de un grupo amino con carga positiva a pH inferior a 6.3 (carbono 2) el cual interactúa con las cargas negativas de la pared celular de los microorganismos, generando un rompimiento o lisis de estas estructuras, que lleva a la pérdida de compuestos proteicos y otros constituyentes intracelulares.

19. PREPARACIÓN DEL BIORECUBRIMIENTO

El Quitosano obtenido en el laboratorio de microbiología MB2 del CNHTYA en las etapas anteriores se disolvió en una solución de ácido acético al 1% (López P 2.014), glicerol como plastificante. La solución se agito a temperatura ambiente y después de la completa disolución se filtró. La matriz alimentaria se sumergió sobre esta mezcla y se dejó secar.



Fuente del Autor

20. TÉCNICA DE APLICACIÓN DEL BIORECUBRIMIENTO

Los biorecubrimientos producidos se pueden aplicar sobre matrices alimentarias mediante diferentes técnicas como: el centrifugado, la pulverización, la deposición electroforética y la inmersión (dip coating), La técnica por inmersión dip coating aplicada en esta investigación consiste en:

Sumergir el alimentos en la solución, cuando el alimentos está totalmente cubierto con la solución lo siguiente es dejar consolidar la capa en el sustrato, paso seguido es un proceso de eliminación del exceso de la solución por drenado de la misma, y por último se deja

secar totalmente (Morales J et al .,2017).



Fuente del Autor



Fuente del Autor

21. APLICACIONES DEL BIORECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE QUITOSANO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Las principales aplicaciones del biorecubrimiento elaborado a partir de quitosano es recubrir frutas, verduras, carnes procesadas sus propiedades lo convierten en una alternativa de gran atractivo puesto que como se mencionó anteriormente es biodegradable, no tóxico, biocompatible, comestible y antimicrobiano. (Giraldo J .,2013)

La actividad antimicrobiana del biorecubrimiento a partir de quitosano es de amplio espectro y capaz de actuar contra un número considerable de bacterias

Los mecanismos mediante los cuales el quitosano ejerce su actividad antimicrobiana están en que el biopolímero afecta la estructura celular de los microorganismos, provocando su muerte y/o inhibiendo su crecimiento y reproducción. En términos generales, el mecanismo mediante el cual un agente bactericida catiónico actúa se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Absorción en la superficie celular de las bacterias.
2. Difusión a través de la pared celular.
3. Absorción en la membrana citoplasmática.
4. Ruptura de la membrana citoplasmática.
5. Salida de los compuestos constituyentes del citoplasma.
6. Muerte celular.

En el caso particular del quitosano se ha encontrado que reduce la rata de crecimiento de las bacterias. (Giraldo J .,2013)

22. VENTAJAS DEL USO DE BIORECUBRIMIENTO A PARTIR DE QUITOSANO PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

| |
|--|
| *Utilización del exoesqueleto de camarón como residuo |
| *fácil consecución de la Materia prima. |
| * Prolongar vida útil en los alimentos dada su actividad antimicrobiana |
| *Utilización de recursos Renovables. |
| *Bajo costo del proceso de extracción |

En esta investigación el objetivo principal de usar biorecubrimientos a partir de quitosano sobre alimentos se dio con el fin de prolongar el tiempo de vida útil en los mismos teniendo en cuenta la actividad antimicrobiana del quitosano.

El biorecubrimiento se probó sobre cárnicos procesados almacenados con biorecubrimientos y sin biorecubrimientos la vida útil del alimentos se midió a temperaturas de refrigeración durante 12 días, realizando comparativos de comportamiento del cárnico procesado frente a la incidencia del Bioecubrimiento. Las muestras

se analizaron cada 4 días analizando variables como: peso, humedad, PH, estas variables están relacionadas con la calidad del alimento.

| | CARNICO CON RECUBRIMIENTO | | | CARNICO SIN BIORECUBRIMIENTO | | |
|---------------|------------------------------|-------|--------|---------------------------------|-------|--------|
| | PH | AW | W | PH | AW | W |
| <u>DIA 0</u> | 6.550 | 0.981 | 100.00 | 6.690 | 0.981 | 100.00 |
| <u>DIA 4</u> | 6.530 | 0.981 | 99.92 | 6.530 | 0.979 | 99.06 |
| <u>DIA 8</u> | 6.510 | 0.981 | 99.89 | 6.120 | 0.976 | 98.76 |
| <u>DIA 12</u> | 6.490 | 0.979 | 99.81 | 5.801 | 0.975 | 98.58 |

Los principales factores que indican en el crecimiento de microorganismos son: El tiempo, la disponibilidad de nutrientes, disponibilidad de agua, temperatura y el pH.

La temperatura es uno de los factores más importantes por su influencia en el crecimiento de los microorganismos, determina el estado físico del agua en un determinado medio y, por tanto, su mayor o menor disponibilidad para el crecimiento de los microorganismos, la temperatura actúa además, sobre la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas (Meneses et al., 2008), por lo cual en esta investigación el alimento se evaluó a temperatura constante de refrigeración °4C dando continuidad a la cadena de frío.

El contenido de agua en los alimentos es uno de los criterios más importantes para la conservación ya que es esencial para la proliferación de los microorganismos lo cuales en presencia de agua en forma disponible pueden realizar sus funciones metabólicas, y su disponibilidad está determinada por la medida de la actividad de agua (a_w) por lo cual este factor debe mantenerse controlado. Los distintos grupos de alimentos presentan a_w característicos, por ejemplo las carnes y pescados frescos, las frutas, hortalizas y verduras frescas, la leche, las hortalizas en salmuera enlatadas presentan valores de a_w entre 0,98 o superior, (Fuente N et al., 2010) Es esta investigación se observó que el AW se mantuvo más constante en el alimento con el biorecubrimiento mientras que el alimento evaluado sin el biorecubrimiento perdió el agua disponible con mayor facilidad al pasar el tiempo indicando a su vez que el alimento no se deshidrató y por ende no perdió peso durante el almacenamiento.

Los datos de pH reflejados para esta investigación indican que el pH se mantiene durante el tiempo de almacenamiento en el alimento analizado con el biorecubrimiento, los microorganismos pueden desarrollarse en todos los niveles de pH, la disminución del pH se puede atribuir a la presencia de bacterias ácido lácticas las cuales generan cambios de tipo organoléptico en el alimento la presencia de estas bacterias representan la causa principal de deterioro en productos cárnicos provocando acidez, decoloración, producción de gas, formación de baba y cambios de pH (Fuente N et al., 2010).

De lo anterior se concluye que mediante la medición de los parámetros PH, AW y el Peso del cárnico procesado evaluada con la

incidencia del biorecubrimiento demostró según los resultados que se mantuvo más estable durante los 12 días en los que se evaluó el producto cárnico procesado , por otro lado el carnico analizado sin el recubrimiento presentó cambios significativos en estos parámetros lo que indica perdida de la calidad de la misma durante el periodo de almacenamiento dado que no contenía la barrera natural del biorecubrimiento a partir de quitosano.

23. CONCLUSIONES

- La elaboración de Biorecubrimientos son alternativas que permitirá disminuir las pérdidas de alimentos conservando sus características de calidad.
- Es posible realizar extracción química de Quitosano a partir de exoesqueleto de camaron de buena calidad en laboratorio comparado con valores de referencias comercial.
- Los Biorecubrimientos a partir de quitosano son una alternativa de barrera para mantener y prolongar la calidad de alimentos.
- Los Biorecubrimientos son una alterativa para disminuir el uso de empaques sintéticos los cuales generan un fuerte impacto en el medio ambiente.

24. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

1. Torrenegra, M., Leon, G., Matiz, G., Pajaro, N., Sastoque, J., 2016, Evaluation of an biofilms edible starch-based yam modified Revista Chilena de Nutricion, 43, N°3, pp.284-289
2. Fernandez, D., Bautista, S., Ocampo, A., Garcia, A., Falcon, A., 2015 Eatable films and coverings: a favorable alternative in the postharvesIng. conservation of fruits and vegetables Revista ciencias técnicas agropecuarias, 23 N° 3 pp.52-57
3. Han, J., 2014 Edible Films and Coatings: A Review, Innovation in food packing pp. 213-255
4. Hernandez L., Gonzales A., Gutierrez N., Muñoz L., Quintero A., 2011 Study Of The Antibacterial Activity Of Chitosan-Based Films Prepared With Different Molecular Weights Including Spices Essential Oils And Functional Extracts As Antimicrobial Agents Revista Mexicana de Ingenieria Quimica Vol. 10, No. 3 pp. 455-463
5. Tarapuez Chapuel, Andrea Yesenia Reyes Suárez, Jetzy Xiomara 2.018 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. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química.
6. 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
7. Velázquez A., Guerrero J., 2014. Algunas Investigaciones recientes en recubrimientos comestibles aplicados en alimentos Departamento de Ingeniería química, alimentos y ambiental. Universidad de las Americas puebla San Andres de cholupa, Puebla Mexico Temas selectos de ingeniería de alimentos 8 pp 5-12
7. Giraldo J ., 2015 Propiedades ,obtención caracterización y aplicaciones del quitosano universidad de concepción Santiago de Chile.
8. Quintero, J., Falguera, V., Muñoz, A., 2.010 Films and edible coatings:

importance, and recent trends in fruit and vegetable value chain Revista Tumbaga N°5, pp.93-118.

9. López P., 2014 obtención de quitosano a partir de desechos del exoesqueleto de camarón títí (*xiphopenaeus riveti*) para el desarrollo de películas poliméricas plastificadas con glicerina (tesis pregrado) universidad de San Buenaventura facultad de ingeniería programa ingeniería de materiales Santiago de Cali

10. Morales J., Corzo A., Alarcon H., Lazo D., 2017, Synthesis and Characterization of $(\text{WO}_3)_n$ Via Sol-Gel Films Using Dip Coating Technique, Revista de la Sociedad Química del Perú Vol 83 N°4

11 Ramirez C., Delgado E., Andrade A., 2016 Determinación del grado de desacetilación de quitosana mediante titulación potenciométrica, FTIR y Raman Centro de Investigación en Biomateriales, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Journal CIM. Vol. 4. Num. 1 Coloquio de Investigación Multidisciplinaria

12 Paz, N., Fernandez, M., Lopez, E., Nogueira, A., Garcia, C., Perez, D., Tobella, J., Oca, Y., Diaz, D., 2012 Optimización Del Proceso De Obtención De Quitosano Derivada De La Quitina De Langosta Revista Iberoamericana de Polímeros N°13 pp.103-116

13 Herrera, A., García, R., 2006 Evaluación in vitro del efecto bactericida de extractos acuosos de laurel, clavo, canela y tomillo sobre cinco cepas bacterianas patógenas de origen alimentario Revista de la Facultad de Ciencias Básicas Universidad de Pamplona N°4 pp 13-19.

14. Valencia A., 2015 Antimicrobial effect of chitosan: a review Scientia Agroalimentaria Vol. 2 pp 32-38.

15 Meneses O., Valenzuela S., Regulo J., 2008 La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos Revista Lasallista de Investigación, vol. 5, núm. 2, Corporación Universitaria Lasallista Antioquia, Colombia, pp. 112-123

16 Salcido F., Barboza N., Eleazar J., 2010 Inocuidad y bioconservación de alimentos Acta Universitaria, vol. 20, núm. 1, Universidad de Guanajuato, México pp. 43-52

EXTRACCIÓN DE QUITOSANO A PARTIR DE EXOESQUELETO
DE CAMARÓN PARA ELABORAR RECUBRIMIENTOS PARA ALIMENTOS.

