



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“DESARROLLO DE UNA PELÍCULA COMESTIBLE A BASE DE
GOMA DE MEZQUITE, CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO Y
PROTEÍNA DE SUERO DE LECHE PARA CONSERVACIÓN DE
PRODUCTOS COCINADOS DE POLLO Y CERDO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO EN ALIMENTOS PRESENTA:

P. Q. A. KARLA ROMERO LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS:

Q. JESÚS CASTILLÓN JARDÓN

ASESOR ADJUNTO:

Dr. CÉSAR PÉREZ ALONSO



TOLUCA, MÉXICO; OCTUBRE DE 2014.

DEDICATORIAS

A **Arantza y Renata**, porque han llegado a llenar mi vida de bendiciones; por ser el motivo que me tiene hoy cumpliendo finalmente esta meta... Las amo mis uvas hermosas!!!

A **Rogelio**, por llegar cuando menos te esperaba y ser mi compañero de vida... Te amo!!!

A **Héctor O.**, por ser el mejor papá del mundo, por enseñarme que en la vida debemos luchar a cada instante por ser mejores personas y no por el reconocimiento de los demás, gracias Pa por enseñarme que cuando uno tiene pasión por lo que hace la vida es más divertida, gracias por tu apoyo, ejemplo y amor siempre... Te amo!!!

A **Coni**, por ser mi mami y mi amiga, porque cada día me has alentado a seguir mis sueños sin tener miedo, porque me has enseñado que cuando uno toma decisiones debe enfrentar lo que venga sin echarse para atrás, gracias Ma por estar siempre a mi lado y por amarme tanto... Te amo!!!

A **Héctor Jr.**, no tengo como agradecerte todo lo que me has enseñado, siempre has sido uno de los motivos más grandes que tengo para seguir adelante y ser una mejor persona, gracias Flako por enseñarme que la vida puede ser divertida y por ser el impulso que me ayuda a ser quien soy...Te amo!!!

A **Cynthia e Isabella**, por llegar a mi vida y llenarla de alegría y amor; gracias a ustedes soy tia!!!...

A **Don Alfredo**, porque con tu amor me hiciste una mejor persona, gracias por haber sido mi cómplice, mi guía en algunos momentos y hoy mi ángel de la guarda... Tú anhelabas que llegara este día, y aquí estamos... Te extraño!!!

A **mi abuela y abuelitos**, por todo su amor, sus oraciones y sus palabras de aliento.

A **mis tíos** porque siempre me hicieron sentir importante para cada uno, este logro lo comparto con ustedes, gracias por todo lo que me han enseñado y por su cariño.

A **mis primos**, porque siempre han sido mis compañeros de travesuras, alegrías y tristezas, gracias por todo lo que hemos vivido juntos, los quiero mucho.

A **Gil**, por ser, más que mi amigo, mi hermano, gracias por todo lo que hemos compartido, por estar conmigo en las buenas, las malas, las mejores y las peores; por ser quien me secunda en mis locuras y quien me jala las orejas cuando algo no está bien, te quiero mucho.

A **Ingrid y Gina**, por tanto cariño y tantos buenos y malos momentos que hemos compartido, gracias por ser parte de mi historia.

A **Daniel**, por ser una parte muy importante en mi vida, por todos estos años juntos y por la hermosa amistad que hemos construido día a día.

A **Andrio, Moy y Fede**, por ser mis amigos, por haberme dado la oportunidad de compartir tantos momentos durante la carrera, gracias por siempre estar ahí...

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por regalarme la dicha de llegar hasta donde estoy llena siempre de amor y fe.

A **mi familia** por todo el apoyo que siempre me dieron en la realización de este sueño.

Al **Quim. Jesús Castellón Jardón**, por el apoyo incondicional que me dio, por estar siempre al pendiente del trabajo, por sus valiosos comentarios y por enseñarme a no desanimarme por muy difícil que pintaba el panorama.

Al **Dr. Cesar Pérez Alonso**, por compartir sus conocimientos sin arrogancia; por la paciencia y amabilidad que siempre me brindó, por sus observaciones y consejos sabios y por sus horas de dedicación a este proyecto. Gracias por todo.

A mis revisores: **M. en C. José Francisco Barrera Pichardo** y al **Dr. Juan Orozco Villafuerte** por revisar este trabajo, por las observaciones y sugerencias que contribuyeron a mejorar la tesis y a mi crecimiento profesional.

A todos mis maestros de la facultad de química del área de alimentos, por sus enseñanzas y consejos durante mi formación como Químico en Alimentos.

A mis compañeros QA's porque compartimos de una u otra forma muchos momentos importantes a lo largo de la carrera.

INDICE GENERAL

RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO 1	12
1. EMPAQUES	13
1.1 PELÍCULAS POLIMÉRICAS COMESTIBLES	13
1.2 PELÍCULAS POLIMÉRICAS BIODEGRADABLES	13
1.3 PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PELÍCULAS COMESTIBLES Y/O BIODEGRADABLES	14
1.4 MATERIAS PRIMAS DE LAS PELÍCULAS COMESTIBLES Y/O BIODEGRADABLES	14
1.4.1 ALMIDÓN	14
1.4.2 ALGINATO	15
1.4.3 CARRAGENANOS.....	15
1.4.4 PECTINA	16
1.4.5 QUITOSANO	17
1.4.6 CELULOSA Y DERIVADOS	17
1.4.7 CELOFÁN.....	18
1.4.8 ACETATO DE CELULOSA.....	19
1.4.9 COLÁGENO	19
1.4.10 GELATINA	20
1.4.11 ZEÍNA	20
1.4.12 GLUTEN DE TRIGO	20
1.4.13 AISLADOS DE PROTEÍNA DE SOYA	21
1.4.14 PROTEÍNAS DE LA LECHE.....	21
1.4.15 ACETOGLICÉRIDOS.....	22

1.4.16 CERAS.....	22
1.4.17 SURFACTANTES.....	23
2. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.....	24
2.1 CONGELACIÓN	24
3. CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO (CMC).....	28
3.1 GRADO DE SUSTITUCIÓN: D.S.	28
3.2 GRADO DE POLIMERIZACIÓN: D.P.....	28
3.3 DISOLUCIÓN DE LA CMC.....	30
3.3.1 ALCOHOL Y POLIOL	30
3.3.2 AGENTE HUMECTANTE.....	31
3.3.3 MEZCLA EN SECO	31
3.3.4 DISPERSION EN ACEITE.....	31
3.3.5 PASTAS	31
3.3.6 AGUA FRÍA	31
3.3.7 CALOR	32
3.4 PROPIEDADES GENERALES DE LA CMC	32
3.5 EFECTOS DE LA TEMPERATURA.....	33
3.6 EFECTOS DE pH.....	33
3.6.1 RELACION Y VARIACION DE LA VISCOSIDAD CON EL TIEMPO	33
3.6.2 ESTABILIDAD Y PRESERVACIÓN.....	33
3.6.3 COMPATIBILIDAD	34
3.6.4 CAMPOS DE APLICACIÓN	35
4. GOMA DE MEZQUITE.....	36
JUSTIFICACIÓN	38
OBJETIVOS.....	39
HÍPOTESIS	39

CAPÍTULO 2.....	40
2.1 MATERIALES	41
2.2 MÉTODOS.....	41
2.2.1 ELABORACIÓN DE LA PELÍCULA	41
2.2.2 RECUBRIMIENTO DE LA CARNE CON LA PELÍCULA.....	42
2.2.3 MEDICIÓN DE LA TEXTURA DE LA CARNE CON LA PELÍCULA.....	43
CAPÍTULO 3.....	45
3.1 ELABORACIÓN DE LA PELÍCULA	46
3.2 CARACTERIZACIÓN DE LA PELÍCULA.....	51
3.3 MEDICIÓN DE LA TEXTURA DE LA CARNE CON LA PELÍCULA.....	55
CAPÍTULO 4.....	59
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	61
CAPÍTULO 5.....	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS 5.....	64
Anexo 1. GRAFICAS DE SEGUIMIENTO DE LOS ANALISIS REALIZADOS	65
ANEXO 2. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO EN CONGRESOS Y RECONOCIMIENTOS OBTENIDOS.....	71

RESUMEN

Un empaque se califica como comestible cuando forma parte integrante del alimento y se consume como tal. Los revestimientos comestibles ofrecen numerosas ventajas, aunque también deben cumplir una serie de condiciones, indicadas en la norma de fabricación. Los recubrimientos comestibles son conocidos por su aplicación en frutas frescas, ya que este sistema de empaque ayuda a evitar la oxidación de estas; aunque también pueden cubrir esta función en frutos secos, carnes o algunos pescados.

El principal objetivo de este trabajo es la elaboración de un recubrimiento comestible que funcione como conservador y como vehículo para la carne cocinada. En la formación de la película se utilizó una combinación de goma de mezquite, carboximetilcelulosa de sodio y proteína de suero de leche, ya que esta nos permitió tener una sinergia de propiedades, porque a pesar de que estas tienen características fisicoquímicas similares, se complementan para mejorar la funcionalidad, al mismo tiempo que nos permiten utilizar esta película como un vehículo de condimentos en productos cocinados.

La película fue elaborada realizando una mezcla en seco de los biopolímeros para después dispersarlos en agua fría y una vez homogeneizados se agregó agua caliente para terminar la disolución de los componentes y así obtener la mezcla deseada. Esta se sometió a pruebas de pH. Posteriormente se procedió al recubrimiento de la carne, la cual se sometió a las condiciones de estudio establecidas y se le determinó el perfil de textura. Para evaluar la eficiencia de la película se realizó el análisis utilizando el EZtest Rheometer, el cual nos permitió determinar la modificación de la textura de la carne con la película en un periodo de tiempo determinado.

Las mediciones de textura se realizaron desde la carne cruda, hasta la cuarta semana en congelación, haciendo de esta forma un comparativo que permitió determinar que la película efectivamente ayuda en la conservación de la textura de la carne.

INTRODUCCIÓN

La conservación de los alimentos ha sido una tarea de suma importancia para el ser humano. La historia de la conservación de los alimentos está estrechamente relacionada a la evolución humana. Desde que tenemos conocimientos la conservación de los alimentos ha sido fundamental para la supervivencia, las reservas de alimentos eran necesarias para sobrevivir durante los largos y gélidos inviernos o las prolongadas sequías. En un principio los alimentos se tomaban de la naturaleza la recolección, la caza y la pesca, se conseguían en las proximidades con rudimentarias herramientas y se consumían in situ.

Cuando los asentamientos humanos se hicieron estables y apareció la agricultura y la ganadería, surgió la necesidad de guardar parte de las cosechas y provisiones, para prevenir la escasez en caso de necesidad, pérdidas de cosechas, guerras, epidemia, los seres humanos pasaron de ser recolectores a productores de alimentos.

Se conocen técnicas muy rudimentarias desarrolladas a veces por fruto de la casualidad que tenían como principios el aire, el sol, la sal, el fuego y el hielo y que conseguían conservar por espacios más o menos prolongados la vida de los alimentos.

Las estancias y recipientes utilizados a lo largo de la historia para conservar alimentos son fruto de la inventiva y la adaptación al medio de sus moradores. Los graneros que protegían el grano de los roedores se construyeron durante el neolítico. Los fondos de las cuevas, se utilizaban para conservar porque eran los lugares más frescos. Las fosas excavadas en el suelo y tapadas protegían los alimentos de los animales. La carne, pescados y plantas se secaban al aire y al sol.

Como recipientes, hasta el descubrimiento de la rudimentaria cerámica aproximadamente en el 6.500 a.C. se utilizaban pellejos de cuero, para los líquidos

y recipientes de madera, cestos y arcones para los alimentos sólidos. La invención de la cerámica horneada y secada, supuso un gran paso adelante en el proceso de conservación.

Las primeras técnicas de la salazón y el ahumado, la aportaron los egipcios, Los griegos descubrieron que recubriendo las frutas y alguna verduras con cera virgen se conservaban mejor y más frescas y que añadiendo miel a frutas frescas y cociéndolas y depositándolas en odres impermeabilizados con resina, se conservaban durante semanas.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1. EMPAQUES

Un empaque es aquel que garantiza la estabilidad del alimento y prolonga su vida útil. Es hasta el momento poco estudiada la tecnología de empaques comestibles, tanto en su capacidad de conservar los alimentos como los procesos de obtención. (Hoyos, 1997)

La elaboración de películas comestibles con subproductos descartables de la industria de alimentos ofrece la oportunidad de disminuir los desperdicios, convirtiéndolos en materia prima para la elaboración de películas comestibles de interés nutricional.

1.1 PELÍCULAS POLIMÉRICAS COMESTIBLES

Son aquellas elaboradas con sustancias poliméricas naturales, de composición heterogénea las cuales pueden ser ingeridas sin riesgo para el consumidor y que le aportan algunos nutrientes tales como: proteínas, almidones hidrolizados, gomas, entre otros. (Hoyos, 1997)

El propósito de estos es inhibir la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aroma, lípidos y además servir como transporte de antioxidantes, antimicrobianos y sabores e impartir integridad mecánica; así como, facilitar la manipulación de los alimentos.

1.2 PELÍCULAS POLIMÉRICAS BIODEGRADABLES

Son aquellas que se elaboran con sustancias de origen natural, de composición heterogénea, de tal manera que en un proceso de compostaje se transforman en compuestos de menor complejidad, es decir, sufren despolimerización. Más adelante continúan su proceso de degradación hasta llegar a sus componentes más elementales, esto es, sufren mineralización (Conversión a $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{sales minerales}$). (Hoyos, 1997)

1.3 PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PELÍCULAS COMESTIBLES Y/O BIODEGRADABLES

Las películas comestibles y/o biodegradables no siempre reemplazan los empaques sintéticos, sino que racionalizan su utilización, además prolongan el estado de frescura de frutos y vegetales y el tiempo de vida útil de los alimentos y mejoran la eficiencia económica de los materiales de empaque.

Las propiedades funcionales son iguales a las de los empaques no biodegradables o sintéticos. Actúan como barreras a la humedad, al oxígeno y al dióxido de carbono. La permeabilidad de estas se relaciona con la resistencia a los gases, al vapor de agua y al transporte de solutos.

1.4 MATERIAS PRIMAS DE LAS PELÍCULAS COMESTIBLES Y/O BIODEGRADABLES

Las materias primas que se utilizan en la actualidad para la elaboración de películas comestibles y/o biodegradables de acuerdo a su naturaleza se pueden clasificar en polisacáridos, proteínas y lípidos.

Dentro de los polisacáridos podemos encontrar:

1.4.1 ALMIDÓN

Formación de las películas: Las películas comestibles se producen por vaciado o moldeo de una dispersión acuosa gelatinizada de amilosa, seguida por evaporación del solvente, lo que da lugar a la formación de una película transparente. En compuestos de almidón tales como las mezclas de almidón-polietileno, son procesadas vías extrusión-inyección-moldeado o soplado de películas para la producción de películas o botellas.

Propiedades y usos de las películas: Las películas de amilosa, el almidón hidroxipropilado y dextrinas han sido utilizadas como coberturas comestibles de los alimentos para suministrar una barrera al oxígeno y a los lípidos y para mejorar la apariencia en la textura. La influencia de la humedad sobre la estabilidad de las

películas de almidón limitan su utilidad, son barreras pobres para la humedad, además, las propiedades mecánicas son generalmente inferiores a las películas de polímeros sintéticos.

1.4.2 ALGINATO

Formación de películas: Se forman mediante la evaporación de una solución acuosa de alginato, seguido de un ligamento entrecruzado iónico con una sal de calcio. Existen dos métodos de gelificación de alginato de calcio y sodio. La gelificación uniforme puede realizarse por dispersión de una sal de calcio de baja solubilidad. Un segundo método implica difusión de los iones de calcio dentro de la solución de alginato. Muchas sales de calcio se pueden usar para la formación de geles de alginato, incluyendo cloruro de calcio, acetato, lactato, tartrato, gluconato, sulfato, citrato, di y tri fosfato de calcio. Se ha encontrado que son más fuertes las cubiertas o películas con CaCl_2 .

Propiedades y usos: Las coberturas de alginato de calcio se han usado en productos cárnicos. La cobertura de gel actúa como un agente sacrificante, es decir, la humedad se pierde de la cobertura antes que el alimento se deshidrate significativamente. Son buenas barreras para el oxígeno, retardan la oxidación de los lípidos, mejora la textura, el sabor y disminuye el recuento microbiano en la superficie.

1.4.3 CARRAGENANOS

Formación de películas: El carragenano se disuelve en agua caliente formando una solución acuosa del polímero, esta gelificación ocurre probablemente por la formación de una estructura de doble hélice en forma de red, que se origina mediante la adición de una sal específica y conlleva a la formación de puentes intercadena de gran importancia.

Propiedades y usos: El gel de carragenanos se usa en coberturas para alimentos, al igual que otros geles de polisacáridos, las coberturas actúan como sacrificantes,

retardando la pérdida de humedad de los alimentos cubiertos, aumenta la estabilidad contra el crecimiento de microorganismos en la superficie, debido a que son portadores de agentes antimicrobiales. Evitan la oxidación de los alimentos ya que son buenas barreras para el oxígeno. En unión con pectinas de bajo metoxilo goma xantána, goma arábica, pueden satisfacer los últimos requerimientos de las películas.

1.4.4 PECTINA

Formación de películas: Una solución acuosa de pectina de bajo metoxilo se aplica en la superficie, seguido por tratamiento con una solución de calcio que favorece la gelatinización, seguido de la evaporación del agua, dando lugar a la formación de la película.

La pectina de bajo metoxilo, derivada por la desesterificación controlada forma geles en presencia de iones de calcio y es usada para desarrollar películas comestibles.

Propiedades y usos: La permeabilidad al vapor de agua de las películas de pectina es muy elevada en el mismo orden de magnitud como para el celofán y otras películas de carbohidrato. La permeabilidad al vapor de agua puede ser reducida significativamente mediante la adición de una cobertura de cera dentro de la película de pectina. Las coberturas de pectina han sido investigadas en relación a su capacidad para retardar la pérdida de humedad y migración de lípidos y para facilitar la manipulación de los alimentos. La técnica para la aplicación de cubiertas de pectinatos se realiza en dos pasos:

- ✓ Formación de gel de pectinato
- ✓ Aplicación directa sobre los productos alimenticios.

Se usa en alimentos como transportador antimicrobial y de antioxidantes, en frutas confitadas para reducir la gomosidad.

1.4.5 QUITOSANO

Las películas de quitosano son claras, fuertes y flexibles con buena barrera al oxígeno y se forman por moldeo de solución acuosa. Además protegen los alimentos de la degradación por hongos y modifican la atmósfera de frutos frescos.

Las cubiertas de quitosano se usan en peras, naranjas, melocotón y ciruelas como barrera para el dióxido de carbono y el oxígeno. Las coberturas de quitosano se usan en las semillas de trigo con el fin de incrementar la producción en el cultivo.

1.4.6 CELULOSA Y DERIVADOS

Es el más abundante de todos los materiales orgánicos, forma parte de los tejidos fibrosos de las plantas. Además está presente en vegetales y otros alimentos.

La celulosa es soluble en agua, su solubilidad aumenta mediante tratamiento con álcalis que hincha la estructura, seguida por la reacción con ácido tricloroacético, cloruro de metilo u óxido de propileno produciendo la carboximetilcelulosa (CMC), hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) o hidroxipropilcelulosa (HPC)

Formación de películas: La CMC aniónica y la MC no aniónica, HPMC y HPC poseen excelentes características formadoras de películas. La HPC derivada de la celulosa, es un polímero termoplástico que puede ser moldeado por inyección o extrusión, es comestible y biodegradable. La MC es la menos hidrofílica, de los éteres de celulosa no es buena barrera para la humedad, posee una excelente barrera para la migración de grasas y aceites.

Las soluciones acuosas de MC forman relativamente geles fuertes a temperatura crítica de aproximadamente 50 °C. Soluciones de HPMC forman geles térmicamente inducidos de baja fuerza a 50 °C – 85 °C. Las soluciones de HPC no forman geles en caliente pero precipitan a temperaturas de 40 °C.

La capacidad de MC y HPMC para formar películas térmicamente inducidas son utilizadas para disminuir la absorción de aceite durante la fritura o extruido de papas a la francesa y rodajas de cebolla.

Propiedades y usos: Las películas de acetato de celulosa no son buenas barreras para la humedad y los gases, pero son excelentes para ciertos productos con humedades altas a causa de su respiración, debido a que no forman condensados. Es buena barrera a las grasas y aceites, aunque la sustitución química de celulosa es generalmente de biodegradación lenta, el acetato de celulosa presenta mineralización, así, aunque el acetato de celulosa no es comestible parece ser biodegradable.

La utilidad de la celulosa es el comienzo del material para películas comestibles y biodegradables que pueden aumentarse por modificaciones químicas de la metilcelulosa (MC), hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) y carboximetilcelulosa (CMC) estas películas de éter de celulosa poseen fuerza moderada, resistencia a grasas y aceites y son flexibles, transparentes, inoloras, insaboras, solubles en agua, moderada barrera a la humedad y al oxígeno. Metilcelulosa y HPMC se usan también en cubiertas de comprimidos farmacéuticos y como ingredientes en la elaboración de sacos comestibles para alimentos.

1.4.7 CELOFÁN

Es una forma regenerada de celulosa, fue el primer empaque flexible y transparente con la introducción de las películas de empaques termoplásticas sintéticas en el año 1950.

Es biodegradable pero no comestible, es un empaque fuerte debido a que tiene fuerza de tensión y elongación buenas. Se rompe fácilmente cuando se corta. Otros atributos incluyen excelente impresión y buena maquinabilidad.

Como otros polímeros naturales el celofán es sensible la humedad y no es buena barrera para esta por causa de su naturaleza hidrofílica inherente. La sensibilidad a la humedad es quizás el mayor problema de todos los polímeros biológicos.

No es termoplástico, no puede ser sellado con calor, se reviste con cera de nitrocelulosa o cloruro de polivinilideno (PVDC) y se lamina adicionalmente con poliéster metalizado.

1.4.8 ACETATO DE CELULOSA

Diferente al celofán, el acetato de celulosa es un material termoplástico. Las películas se pueden obtener por fundido con solventes, por extracción o ambas. Las películas de acetato de celulosa son cristalinas, duras y transparentes.

Las propiedades de barrera contra la humedad y los gases no son buenas, pero si son para ciertas humedades altas en productos a causa de su respiración y no forman niebla sobre ellos.

Es también buena barrera a las grasas y aceites, aunque la sustitución química de celulosa generalmente disminuye la biodegradación.

Dentro de las proteínas encontramos:

1.4.9 COLÁGENO

Formación de películas: El colágeno se convierte en películas comestibles y biodegradables, las cuales se hacen por extrusión y dispersión de un ácido coloidal viscoso en un baño neutralizado, seguido por un lavado y secado.

Propiedades y usos: Las envolturas de colágeno han reemplazado casi completamente a las envolturas de intestino de animales, excepto para embutidos de mayor grosor que requieren envolturas gruesas, estas películas en carnes ahumadas como el jamón previenen el estiramiento externo por el hecho de estar embebidas en la carne durante la cocción. Provee integridad mecánica y funciona como barrera al oxígeno y a la humedad.

Aplicaciones adicionales de películas de colágeno han sido estudiadas en los filetes de cordero envueltos en películas de colágeno en refrigeración se reduce significativamente la exudación sin afectar el color y la oxidación de los lípidos.

Las películas de colágeno a diferencia de las películas sintéticas, se adhieren al producto cocido y es consumido con este, disminuyendo los desperdicios.

1.4.10 GELATINA

Propiedades y usos: Las cubiertas de gelatina se aplican a carnes frías para almacenarlas, la cubierta provee un grado de protección limitado contra el desarrollo de la rancidez oxidativa, sin embargo se incrementa la efectividad por la incorporación de antioxidantes y antimicrobianos. Las cubiertas de gelatina encapsulan productos alimenticios y farmacéuticos de baja humedad y de fase aceitosa. La encapsulación protege contra el oxígeno y la luz.

1.4.11 ZEÍNA

Son aislados de proteína de maíz y se produce mediante los procesos de filtración en frío, es una crema coloreada con un contenido proteico entre 92 - 98%, ha sido promovida comercialmente como película o cobertura comestible.

La barrera, adhesión de vitaminas y las propiedades como portador antimicrobial de las películas de zeína, se han utilizado en una variedad de alimentos. La zeína se usa en productos farmacéuticos.

1.4.12 GLUTEN DE TRIGO

El gluten de trigo se ha estudiado como un reemplazo en plantas para el colágeno en la manufactura de recipientes para salsas y también como un medio para mejorar la adherencia de la sal y los sabores a las nueces y pastas para las carnes y otros alimentos. Estudiando las propiedades mecánicas y de barrera de las películas de proteínas de trigo y de maíz, se ha hallado que las películas de estos cereales tienen baja resistencia a la tensión; las películas de maíz eran quebradizas

pero más elásticas que las de celofán. Ambas películas presentan baja permeabilidad a las grasas, pero alta permeabilidad al vapor de agua.

1.4.13 AISLADOS DE PROTEÍNA DE SOYA

La proteína de soya se ha estudiado para la manufactura de cubiertas para salsas y en la producción de bolsas solubles en agua. Está en aplicación de coberturas comestibles, mejora la adhesión de la pasta y reduce la migración de humedad en uvas pasa.

1.4.14 PROTEÍNAS DE LA LECHE

Se clasifican en dos grandes fracciones: La caseína y las proteínas del suero.

Se han realizado ensayos mediante los cuales se analiza las resinas sintéticas como recubrimiento de grasas duras y semiduras con productos lácteos (caseína, caseinato y proteínas del suero), obteniendo así un película comestible, biodegradable y soluble en agua. Esta solubilidad facilita su renovación del equipo que se utiliza para aplicar la película.

Recubrimientos con caseína:

Se han desarrollado cubiertas protectoras para pastelitos de chocolate, cubos de chocolate y donas a partir de caseinato de sodio, aceite de algodón, soya o maíz y un plastificante. Las películas de caseinato puro son atractivas para uso en alimentos debido a su transparencia, flexibilidad y naturaleza blanda. Las películas de caseinato también son solubles en agua.

Recubrimientos con proteínas del suero:

Se ha hallado que el aislado de proteínas de suero se podría utilizar en la producción de películas obtenidas por calentamiento de soluciones con 8 – 12 % de proteínas de suero en solución a 75°C -100°C.

Las películas se forman secando la solución toda la noche sobre una superficie suave a temperatura ambiente. El calentamiento fue esencial para la formación de

puentes disulfuro intermoleculares necesarios para producir películas intactas. Si no se aplica calor la película se rompe en pedazos pequeños durante el secado. Con calentamiento resultan películas extremadamente quebradizas por lo que requiere la adición de plastificantes grado alimenticio para impartir flexibilidad a las películas.

En contraste con las películas de caseinato, las películas de proteínas del suero son insolubles en agua debido a la presencia de enlaces covalentes de puentes de disulfuro.

En los lípidos se encuentran:

1.4.15 ACETOGLICÉRIDOS

La acetilación del monoestearato de glicerol con anhídrido acético, produce un monoglicérido acetilado, el cual presenta la característica de solidificar a partir del estado fundido en un sólido flexible con apariencia de cera.

Las propiedades de barrera de los monoglicéridos acetilados se incrementan al aumentar el grado de acetilación, debido a la remoción de grupos hidroxilo libres, ya que estos interactúan directamente con la migración de moléculas de agua.

1.4.16 CERAS

Las ceras comestibles son significativamente más resistentes al transporte de humedad que la mayoría de películas de otros lípidos o no lípidos. Las ceras son más efectivas en el bloqueo de la migración de humedad, siendo la parafina la más resistente, seguida por la cera de abejas.

Las coberturas de cera se pueden usar para el mantenimiento de altas concentraciones de conservantes en la superficie de los productos alimenticios. Las coberturas de cera tradicionalmente se han aplicado a frutos y vegetales frescos para prolongar períodos de almacenaje en la postcosecha.

La aplicación de una capa de lípidos como suplemento en la superficie de frutas reemplaza las ceras naturales de la cutícula, las cuales pueden haber sido

parcialmente removidas durante el lavado. Las ceras que se aplican a productos perecederos frescos para retardar la desecación son: cera de abejas, cera carnauba, cera candelilla y cera de salvado de arroz.

Es importante que las coberturas de ceras en frutos frescos o perecederos no sean totalmente impermeables, lo cual ocasiona la anaerobiosis favoreciendo los desórdenes fisiológicos que acortan la vida media.

1.4.17 SURFACTANTES

La actividad acuosa superficial tiene influencia en otros mecanismos de deterioro además de la pérdida de agua por evaporación. Una baja actividad acuosa superficial retarda el crecimiento microbiano como también las reacciones enzimáticas en la superficie. Por lo tanto, recubrir un alimento con surfactantes ayuda a controlar estos tipos de deterioro.

2. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Esto tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo). Se calcula que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de los microorganismos.

Por otra parte, los alimentos alterados pueden resultar muy perjudiciales para la salud del consumidor. La toxina botulínica, producida por una bacteria, *Clostridium botulinum*, en las conservas mal esterilizadas, embutidos y en otros productos, es una de las sustancias más venenosas que se conocen (miles de veces más tóxica que el cianuro). Otras sustancias producidas por el crecimiento de ciertos mohos son potentes agentes cancerígenos. Existen pues razones poderosas para evitar la alteración de los alimentos. A los métodos físicos, como el calentamiento, deshidratación, irradiación o congelación, pueden asociarse métodos químicos que causen la muerte de los microorganismos o que al menos eviten su crecimiento.

En muchos alimentos existen de forma natural sustancias con actividad antimicrobiana. Muchas frutas contienen diferentes ácidos orgánicos, como el ácido benzoico o el ácido cítrico. La relativa estabilidad de los yogures comparados con la leche se debe al ácido láctico producido durante su fermentación. Los ajos, cebollas y muchas especias contienen potentes agentes antimicrobianos, o precursores que se transforman en ellos al triturarlos.

Las técnicas de conservación han permitido que alimentos estacionales sean de consumo permanente.

2.1 CONGELACIÓN

Aunque el hombre prehistórico almacenaba la carne en cuevas de hielo, la industria de congelados tiene un origen más reciente que la de envasado. El proceso de congelación fue utilizado comercialmente por primera vez en 1842,

pero la conservación de alimentos a gran escala por congelación comenzó a finales del siglo XIX con la aparición de la refrigeración mecánica.

La congelación conserva los alimentos impidiendo la multiplicación de los microorganismos. Dado que el proceso no destruye a todos los tipos de bacterias, aquellos que sobreviven se reaniman en la comida al descongelarse y a menudo se multiplican mucho más rápido que antes de la congelación.

Congelar los alimentos para preservar su calidad y seguridad

La congelación retrasa el deterioro de los alimentos y prolonga su seguridad evitando que los microorganismos se desarrollen y disminuyendo la actividad enzimática que hace que los alimentos se descompongan. Cuando el agua de los alimentos se congela, se convierte en cristales de hielo y deja de estar a disposición de los microorganismos que la necesitan para su desarrollo. No obstante, la mayoría de los microorganismos (a excepción de los parásitos) siguen viviendo durante la congelación, así pues, es preciso manipular los alimentos con cuidado tanto antes como después de ésta.

La congelación tiene un efecto mínimo en el contenido nutricional de los alimentos. Algunas frutas y verduras se escaldan (introduciéndolas en agua hirviendo durante un corto periodo de tiempo) antes de congelarlas para desactivar las enzimas y levaduras que podrían seguir causando daños, incluso en el congelador. Este método puede provocar la pérdida de parte de la vitamina C (del 15 al 20%). A pesar de esta pérdida, las verduras y frutas se congelan en condiciones inmejorables poco después de ser cosechadas y generalmente presentan mejores cualidades nutritivas que sus equivalentes "frescas". En ocasiones, los productos cosechados tardan días en ser seleccionados, transportados y distribuidos a los comercios. Durante este tiempo, los alimentos pueden perder progresivamente vitaminas y minerales. Las bayas y las verduras verdes pueden perder hasta un 15% de su contenido de vitamina C al día si se almacenan a temperatura ambiente.

En el caso de la carne de ave o res y el pescado congelados, prácticamente no se pierden vitaminas ni minerales debido a que la congelación no afecta ni a las proteínas, ni a las vitaminas A y D, ni a los minerales que ellos contienen. Durante su descongelación, se produce una pérdida de líquido que contiene vitaminas y sales minerales hidrosolubles, que se perderán al cocinar el producto a no ser que se aproveche dicho líquido.

La congelación puede dañar a algunos alimentos debido a que la formación de cristales de hielo rompe las membranas celulares. Este hecho no tiene efectos negativos en términos de seguridad (de hecho, también mueren células bacterianas), sin embargo, el alimento queda menos crujiente o firme. Entre los alimentos que no resisten a la congelación se encuentran las verduras para ensaladas, los champiñones y las bayas.

Los alimentos con mayor contenido de grasa, como la nata y algunas salsas, tienden a cortarse cuando se congelan.

La congelación comercial es más rápida, gracias a lo cual los cristales de hielo que se forman son más pequeños. De esta forma, se reduce el daño ocasionado a las membranas celulares y se preserva aún más la calidad.

Los alimentos pueden permanecer en un congelador doméstico entre 3 y 12 meses con toda seguridad y sin que su calidad se vea afectada. El tiempo varía dependiendo del alimento en cuestión; es conveniente seguir las indicaciones de la etiqueta del producto.

Condiciones de congelación

- ✓ Los congeladores deben estar siempre a -18°C o menos.
- ✓ A diferencia de los frigoríficos, los congeladores funcionan mejor cuando están llenos y sin mucho espacio entre los alimentos.

- ✓ Es importante proteger los alimentos para evitar quemaduras de congelación utilizando bolsitas especiales y recipientes de plástico.
- ✓ No introduzca alimentos calientes en el congelador ya que aumentaría la temperatura del congelador afectando negativamente a otros alimentos. Deje enfriar los alimentos antes de congelarlos.
- ✓ Asegúrese de que los alimentos congelados se hayan descongelado por completo antes de cocinarlos. Los alimentos que se han congelado y descongelado nunca deben volver a congelarse.

3. CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO (CMC)

La CMC es un eter de celulosa que se obtiene por reaccion de la alcali celulosa con un acido monocloroacético y/o monocloroacetato de sodio. En la reaccion se sustituyen los hidrógenos del grupo hidroxilico con el grupo carboximetil sodico y es conocido que en cada anillo glucosídico hay 3 hidroxilos en los cuales se puede hacer la sustitucion con formacion de: Carboximetilcelulosa de Sodio.

3.1 GRADO DE SUSTITUCIÓN: D.S.

Una característica básica de la CMC es el grado de sustitucion "D.S.". Este representa el numero de grupos carboximeticos que se introdujeron en la unidad molecular glucosídica.

La uniformidad de la sustitución es importante, es decir, la uniformidad con la cual son sustituidos los H de los grupos OH con el grupo $-\text{CH}_2 - \text{COONa}$.

Tipos de CMC de acuerdo al grado de sustitucion:

BAJO 0.4 – 0.6

MEDIO 0.6 – 0.8

ALTO 0.8 – 0.9

3.2 GRADO DE POLIMERIZACIÓN: D.P.

El grado de polimerización, indica el número de unidades glucosídicas que hay en cada molécula de la CMC y es funcion del "D.P."

El "D.P." es el parámetro que regula la viscosidad de la CMC. A elevado DP, alta viscosidad y a bajo DP, baja viscosidad.

El DP de los éteres de celulosa se puede dividir en:

MUY BAJO	100 – 500
BAJO	500 – 1000
MEDIO	1000 – 1500
ALTO	1500 – 3000
MUY ALTO	3000 – 5000

Grupos de CMC de acuerdo a su grado de pureza:

GRADO	PUREZA %
Técnico	54 – 70%
Refinados (Extras)	92 – 96%
Super Refinados (F.G.)	99% minimo

Los tipos técnicos y refinados se utilizan exclusivamente para aplicaciones técnicas.

Los tipos super refinados se utilizan además en productos alimenticios y farmacéuticos.

Para uso alimenticio y farmacéutico se manejan los siguientes grados:

Tabla 1.1 Tipos de CMC que se aplican en alimentos.

GRADO	NOMBRE COMERCIAL	% CONCENTRACIÓN	VISCOSIDAD cps	pH	% HUMEDAD	% PUREZA	DS
SUPER REFINADOS	PE 31 FG	1	10 – 30	6 -7.5	3.7	99 – 100	0.75 – 0.9
	PE 27 FG	1	60 – 100	6 -7.5	3.7	99 – 100	0.75 – 0.9
	PE 28 FG	1	200 – 400	6 -7.5	3.7	99 – 100	0.75 – 0.9
	PE 28 FGC	2	600 – 800	6 -7.5	3.7	99 – 100	0.75 – 0.9
	PE 29 FG	1	500 – 900	6 -7.5	3.7	99 – 100	0.75 – 0.9
	PE 30 FG	1	1000 – 2000	6 -7.5	3.7	99 – 100	0.75 – 0.9
	PE 30 FGM	1	2000 – 3000	6 -7.5	3.7	99 – 100	0.75 – 0.9
	PE 30 FGH	1	3000 – 4000	6 -7.5	3.7	99 – 100	0.75 – 0.9
	CMC SP	1	550 – 750	6 -7.5	3.7	99 – 100	0.4 – 0.9

3.3 DISOLUCIÓN DE LA CMC

El método principal que gobierna la solubilización de la CMC es el de dispersarla antes de tratar de solubilizarla. La dispersión previene la formación de la membrana “gelatinosa” en la capa exterior de la partícula de CMC, la cual es la responsable de la formación de grumos.

Hay 7 métodos para obtener una solución perfecta de la CMC:

3.3.1 ALCOHOL Y POLIOL

La CMC se puede humectar con disolventes orgánicos solubles en agua, tales como el alcohol, la glicerina, etc., en una reacción de 5 partes de glicerol a una parte de CMC. La pasta resultante se puede adicionar al agua o el agua a la pasta. En ambos casos la disolución se efectúa rápidamente y libre de grumos. En caso de no usar 5 partes de glicol, la pasta es demasiado gruesa para obtener buenos resultados en la disolución.

3.3.2 AGENTE HUMECTANTE

Al usar pequeñas cantidades de ciertos agentes humectantes, se pueden obtener fácilmente disoluciones de la CMC en agua fría. Para preparar una solución al 2% de CMC se puede usar un 5% de condensados de nonil-etilén-óxido de aproximadamente 10 moles, calculado sobre el peso de la CMC. El agente humectante se agrega al agua y luego lentamente la CMC a la solución que se mantiene en agitación. Hay muchos agentes humectantes que tienen una eficiencia similar o mayor. En todo caso, se sugiere hacer ensayos previos para la utilización de cualquiera de ellos con el fin de determinar su concentración óptima.

3.3.3 MEZCLA EN SECO

Si fuera de la CMC se usan otros productos en forma de polvo en determinada formulación, se mezcla la CMC con éstos antes de combinarlos con el agua. Este procedimiento mantiene las partículas de la CMC dispersas y así facilita la preparación de la solución.

3.3.4 DISPERSIÓN EN ACEITE

Cuando la CMC se usa como agente emulsificante, o como estabilizante y espesante de emulsiones, se puede hacer primeramente una pasta de esta en el aceite, con el fin de dispersar el polvo. Cuando se agrega el agua a esta pasta, la CMC se disuelve y actúa como espesante y emulsificante.

3.3.5 PASTAS

Se pueden preparar pastas dispersando la CMC en soluciones de azúcar o sal suficientemente concentradas para evitar la disolución de la CMC. Estas pastas se disuelven al agregarles agua. Al usar soluciones de sal, se debe tener en cuenta que la viscosidad de la CMC baja y se debe usar una de mayor viscosidad.

3.3.6 AGUA FRÍA

Cuando la disolución de la CMC se debe hacer en agua fría, se agrega esta lentamente el agua agitando vigorosamente. Es útil el uso de una malla para

prevenir la formación de grumos. La rata de adición de la CMC al agua debe ser tal que empiece la verdadera disolución de ésta.

3.3.7 CALOR

Si se dispone de fuentes de calor, como vapor, líquidos de calentamiento, calentamiento eléctrico, etc., se acelera sustancialmente la disolución de la CMC utilizando cualquiera de los métodos arriba mencionados. Esto se basa en que la mayoría de los agitadores son más efectivos a bajas viscosidades y a mayor temperatura menor la viscosidad de la CMC.

3.4 PROPIEDADES GENERALES DE LA CMC

PRODUCTO STANDARD

- ✓ Humedad máxima 7%
- ✓ Densidad 0,700 g/cc
- ✓ Temperatura de oscurecimiento 190° - 230°C
- ✓ Temperatura de calcinación >230°C

SOLUCIÓN

- ✓ Densidad solución 1% 1,005 g/cc
- ✓ Índice de refracción solución 1% 1,3350
- ✓ pH solución 1% 6 – 8

PÉLICULA

- ✓ Índice de refracción 1,5190
- ✓ Densidad 1,600 g/cc

3.5 EFECTOS DE LA TEMPERATURA

A diferencia de otros eteres de la celulosa como la metilcelulosa que con el calentamiento se coagulan, las soluciones de CMC no se alteran con este, solo presentapresenta variaciones de viscosidad, la cual disminuye al aumentar la temperatura. Bajo condiciones normales el efecto de la temperatura sobre la viscosidad es reversible.

3.6 EFECTOS DE pH

Las soluciones de CMC mantienen una viscosidad constante y su maxima estabilidad en un rango de pH que va de 6 a 9.

Por debajo de un pH de 4 hay transformacion de la CMC en el ácido carboximetil celulósico, el cual floculadando viscosidades superiores.

Por encima de un pH de 10 la viscosidad disminuye notablemente.

En medio ácido, el orden de adición de la CMC al solvente es muy importante. Lo correcto es disolverlo primero en el solvente y sucesivamente acidificar la solución.

3.6.1 RELACION Y VARIACION DE LA VISCOSIDAD CON EL TIEMPO

Las soluciones de CMC son muy estables con el tiempo. Sin embargo hay pequeñas variaciones, y estas disminuyen cuando las soluciones despues del reposo, son agitadas. Se aconseja por lo tanto , en el caso de que se mantengan las soluciones de CMC almacenadas por mucho tiempo agitarlas antes de su uso.

3.6.2 ESTABILIDAD Y PRESERVACIÓN

Las soluciones de CMC son bastante resistentes a la descomposicion bacteriologica, sin embargo no pueden considerarse inmunes. Las mismas bacterias contenidas en el agua pueden producir descomposiciones bacteriologicas.

En condiciones normales un calentamiento a 90°C por 20 minutos es suficiente para evitar la descomposicion. Cuando las soluciones deben ser almacenadas por mucho tiempo, se aconseja añadir conservadores para evitar descomposiciones y degradaciones.

Los conservadores mas comunmente utilizados para uso alimenticio:

- ✓ Esteres ρ -oxibenzoicos
- ✓ Benzoato de Sodio
- ✓ Ácido sórbico
- ✓ Propionato de Sodio

En general se puede decir que para obtener soluciones de CMC con óptima estabilidad hay que tener presentes los siguientes factores:

- ✓ Evitar descomposiciones bacteriologicas
- ✓ Mantener el pH de la solucion lo mas cerca posible del rango 6-9
- ✓ Evitar prolongada exposicion a alta temperatura
- ✓ Eliminar el oxigeno de la solucion.

3.6.3 COMPATIBILIDAD

La CMC es compatible con muchos otros coloides orgánicos como: almidones, gelatinas, alginatos, harinas vegetales, otros éteres y ésteres celulosicos y no celulosicos, detergentes tensoactivos, alcohol de polivinilo y demas colorantes sinteticos, productos aniónicos y no iónicos.

La CMC es un electrolito coloidal aniónico por lo tanto puede formar compuestos catiónicos, como bases de amonio cuaternario y colorantes básicos, productos dificilmente solubles.

La CMC reacciona en presencia de iones de metales pesados como: Al^{3+} , Fe^{3+} , Cu^{3+} , y otros metales, dando precipitados que normalmente son solubles en hidroxido de sodio.

3.6.4 CAMPOS DE APLICACIÓN

La CMC puede considerarse por sus características generales un espesante, sin embargo, sus demás características y compatibilidades hacen que este producto tenga aplicaciones infinitas en campos industriales, alimenticios y farmacéuticos.

Además de ser considerada un espesante de excelente calidad, es un encolante, ligante, filmógeno, emulsionante, dispersante, estabilizante, aglutinante.

Lo importante es escoger el tipo de CMC indicado para cada uso como también la concentración y técnica de aplicación.

Las características generales de la CMC pueden resumirse en los siguientes puntos:

- ✓ Fácil solubilidad en agua fría y caliente
- ✓ Disponibilidad de diferentes tipos: técnicos, refinados y F.G.
- ✓ Fuerte poder encolante y al mismo tiempo filmógeno.
- ✓ Completa y rápida solubilidad de las películas
- ✓ Prolongada estabilidad de las soluciones
- ✓ Producto no tensoactivo
- ✓ No hace espuma
- ✓ Los productos altamente purificados son completamente inocuos al organismo y pueden ser utilizados sin restricción en tal sentido.

4. GOMA DE MEZQUITE

El mezquite tuvo una crucial importancia para los pobladores de las regiones áridas y semiáridas, por los usos que cada pueblo le dio. Los pueblos cazadores-recolectores, casi todos ellos nómadas, utilizaron al mezquite principalmente como alimento, combustible, sombra, para la elaboración de juguetes y utensilios y como planta medicinal.

En los años 1800-1900, se le encontraron diferentes usos, tales como; alimentación del ganado doméstico, elaboración de carbón, flora para la explotación de abejas, extracción de gomas y material de vivienda.

En la actualidad, el mezquite sigue presentando los mismos usos, por lo que es considerado como recurso natural de importancia en las zonas áridas y semiáridas de nuestro país.

Entre los usos actuales se encuentran:

MADERA: Se utiliza en forma de brazuelos, tablas y tablones, postes para cerca, trozas en rollo, durmientes, etc.; además en la elaboración de muebles artesanales, destacando los trabajos de marquetería con madera de mezquite, elaborado en Zacatecas.

LEÑA Y CARBÓN: Dentro de los usos maderables de la especie se encuentran el de la leña, el cual es uno de los principales rubros de la explotación, ya que el mezquite es considerado el recurso leñoso por excelencia en las comunidades rurales de zonas áridas y semiáridas, donde de las viviendas se utiliza esta planta como combustible.

Otro producto del mezquite de gran importancia económica es el carbón, el cual se produce cuando se calienta la madera en ausencia de aire (pirólisis) y se controla la entrada del mismo (combustión). Este sistema de carbonización es el más antiguo, en el cual se usa la tierra como escudo contra el oxígeno, como aislante de la madera en el proceso de carbonización contra una pérdida excesiva de calor.

USO MEDICINAL: La infusión de algunas partes de la planta se usa para combatir la disentería; el cocimiento de las hojas (bálsamo de mezquite) se emplea para combatir algunas afecciones de los ojos, el cocimiento de la corteza es vomitivo-purgante, se sabe que sus extractos en alcohol de las hojas frescas y maduras han mostrado una marcada acción antibacterial contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

ALIMENTACIÓN ANIMAL: Dentro de una explotación no maderable el producto principal del mezquite es la vaina, dado que su recolección representa un ingreso adicional para los campesinos de las regiones donde es aprovechado, a la vez que constituye un elemento de buena calidad en la alimentación del ganado.

GOMAS: Cuando el mezquite es herido en su corteza o ramas, o por la aspersion de 2-4-5-T, produce un exudado conocido como goma de mezquite, la cual se ha examinado para determinar su semejanza con la goma arábica.

Dos tipos de goma son exudados del mezquite: un tipo blanco o de color ámbar muy similar a la goma es negra, firme, quebradiza y astringente al gusto, que es usada como colorante y se ha reportado que contiene 20% de taninos. Todo esto sugiere la posibilidad de utilizar la goma de mezquite en lugar de las gommas importadas (Durso et al., 1973).

OTROS: Se reporta el contenido de taninos en la madera es del 5 al 9%, lo cual es bajo en comparación con otras fuentes, lo mismo que en producción de alcohol etílico; sin embargo, como parte de una explotación integrada, pueden representar ingresos adicionales.

Es empleado en la alimentación humana en forma de harinas, bebidas fermentadas y en vainas. Además, su floración sustenta en buena medida la producción apícola en las regiones secas.

JUSTIFICACIÓN

Los empaques tienen una función muy importante en la conservación de la calidad sensorial y microbiológica de los alimentos, así como de su inocuidad, es por ello que en la actualidad se considera una prioridad el desarrollo de empaques, sobre todo de aquellos que permitan contribuir a la disminución de la contaminación del medio ambiente. Por tal motivo, dentro de la tecnología de los empaques se está desarrollando ampliamente la investigación y el desarrollo de películas o recubrimientos comestibles y/o biodegradables que permitan ofrecer todas las características propias de un empaque pero con la opción de poder ser ingeridas como parte del alimento.

Es por todo esto que en el presente trabajo se llevó a cabo el desarrollo de una película comestible a base de goma de mezquite, carboximetilcelulosa de sodio y proteína de suero de leche para la conservación de productos cocinados de pollo y cerdo, la cual fue adicionada con condimentos comerciales para agregar un sabor agradable a la carne.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una película comestible a base de goma de mezquite, carboximetilcelulosa de sodio y proteína de suero de leche, aplicada a la conservación de productos de pollo y cerdo.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ✓ Utilizar la película comestible como un vehículo de condimentos y especias, para mejorar las características sensoriales de los productos y así mismo garantizar su conservación.
- ✓ Evaluar la eficiencia de la película en la conservación de estos productos por medio de análisis sensorial y medición de la textura.

HÍPOTESIS

La interacción goma de mezquite – carboximetilcelulosa de sodio y proteína de suero de leche, tiene un efecto sinergista que permite la conservación de productos cocinados de pollo y cerdo, sin alterar las características físicas y sensoriales de estos.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2.1 MATERIALES

Carboximetilcelulosa de Sodio grado alimenticio (CMC PE 30 FG, Química AMTEX S.A. Toluca, Estado de México); Proteína de Suero de Leche (PSL sin sabor, Súper Soya S.A. Toluca, Estado de México); Goma de Mezquite (GM). Los productos cárnicos (pollo y cerdo) y condimentos (adobo y Salsa inglesa) se adquirieron en un centro comercial de la ciudad de Toluca Estado de México. Toda el agua usada en los experimentos fue destilada.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 ELABORACIÓN DE LA PELÍCULA

Para determinar la formulación final de la película se realizaron pruebas utilizando distintos biopolímeros en diferentes concentraciones y mezclas. Cada una de las pruebas se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento con únicamente modificaciones en relación a los porcentajes y los biopolímeros que se utilizaron.

Tabla 2.1 Formulaciones propuestas para la película.

BIOPOLIMERO	PSN-735			
	CMC (%)	GM (%)	PSL (%)	Almidón de Chícharo (%)
NÚMERO DE FORMULACIÓN				
1	40	0	60	0
2	70	30	0	0
3	50	30		20
4	25	35	40	0

Se pesaron los biopolímeros (GM, PSL, o CMC), considerando los porcentajes que se presentan en la tabla 2.1, mediante una balanza granataria.

Posteriormente se adicionaron 150mL de agua destilada a $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta formar disoluciones utilizando una parrilla de agitación (MARCA mod. SP131325; Thermolyne, México) a 820rpm durante 5min.

Después se adicionaron 100mL de agua destilada a una temperatura de $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para terminar de homogeneizar la solución, obteniendo un líquido viscoso color café claro.

Una vez conformada la disolución, se procedió a dividirla en dos porciones iguales, a las cuales se les adicionó sazón comercial al 0.1% p/p. Mezclando este hasta que se integró a la solución.

Finalmente se dejó en reposo la disolución durante 5 días a -4°C , monitoreando la formación de la película mediante fotografías digitales mediante una cámara digital Sony Cybershot. Una vez conformada la película se envasó en recipientes de plástico cerrados de 250mL, previamente esterilizados.

2.2.2 RECUBRIMIENTO DE LA CARNE CON LA PELÍCULA

Se procedió a limpiar la carne cruda y cortarla en trozos del mismo tamaño (5cm^3). Después fueron sometidos a cocción en una estufa de convección forzada Convection Plus HCXII Oven (SAN-SON, Mod. FHC-5/1Convection) a 160°C por 30 minutos.

Una vez cocidos, se dejaron enfriar hasta una temperatura de $16 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y se midió el pH con un potenciómetro superficial (mod. PC18 Conductronic, USA).

Finalmente se recubrieron los trozos de carne cocida con la película, sumergiendo estos en la película durante 2 minutos y retirando siempre los excesos para acomodar, empacar y congelar a -18°C o refrigerar a -4°C .

Tabla 2.2 Condiciones generales de la carne que se recubrió

TIPO DE CARNE	CÓDIGO DE FORMULACIÓN	pH	TEMPERATURA
Pollo	P1	6.12	16°C ± 1°C
	P2	6.13	
	P3	6.12	
	P4	6.12	
Cerdo	C1	6.01	
	C2	6.02	
	C3	6.02	
	C4	6.02	

2.2.3 MEDICIÓN DE LA TEXTURA DE LA CARNE CON LA PELÍCULA

Se realizó un perfil de textura (firmeza, dureza y masticabilidad) a la carne recubierta utilizando un texturómetro EZtest Rheometer (Mod. EZTEST CE SHIMADZU, JAPON;), de acuerdo a las condiciones de perfil de textura (TPA) ya establecidas en el equipo (Ver Tabla 3.3) y de esta forma obtener un parámetro de textura de referencia inicial que permitió identificar las modificaciones texturales.

Tabla 2.3 Condiciones a las que se realizó el análisis

Control Arbitrario
VELOCIDAD = 50mm/min
BAJAR
DISTANCIA = 10mm
SUBIR
DISTANCIA = 0mm
BAJAR
DISTANCIA = 10mm
SUBIR
FUERZA = 0N
DETENER

El perfil de textura se realizó semanalmente durante 4 semanas de cada una de las muestras para determinar las modificaciones texturales de la carne con la película en condiciones de refrigeración y congelación a las que se sometieron.

Para la medición del perfil de textura en las muestras, se temperaron estas a 18°C, dejándolas al ambiente para evitar que influyeran las condiciones de congelación en la medición de la textura. Para este perfil se siguieron las mismas condiciones de la medición inicial establecidas en la Tabla 2.3.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ELABORACIÓN DE LA PELÍCULA

En la figura 3.1 se presentan las fotografías de la formación de la película 1. Para esta formulación se tomó la proporción definida en la tabla 2.1; siguiendo el mismo procedimiento de elaboración de la película explicado en el capítulo 2 de este trabajo.

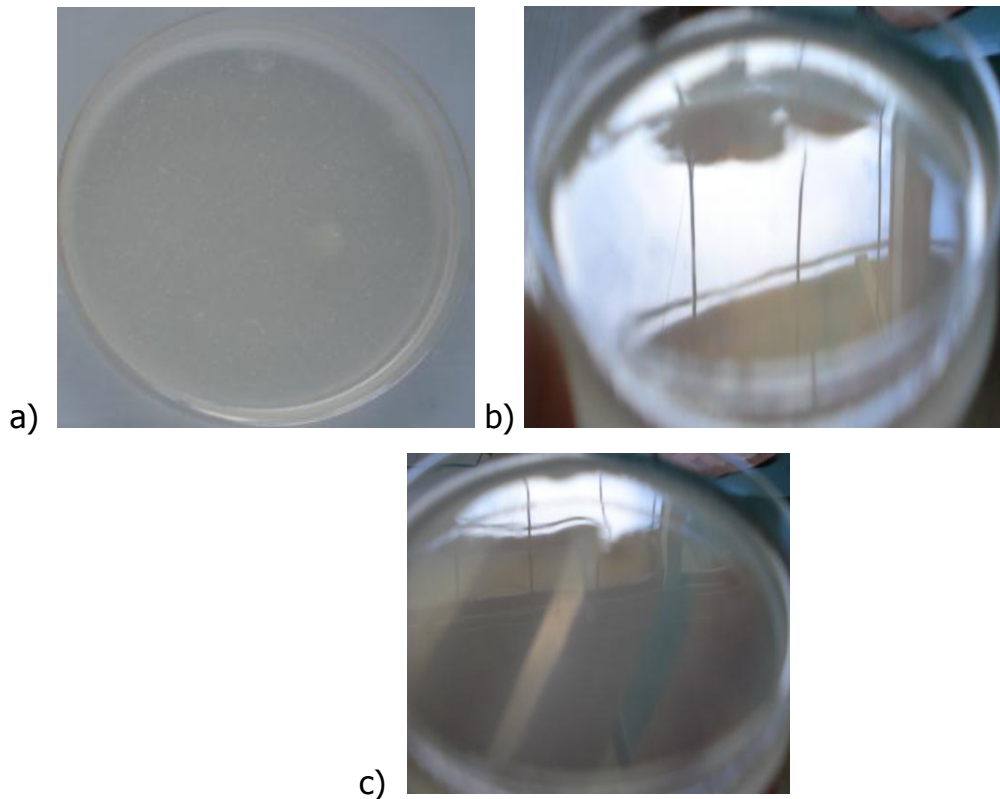


Figura 3.1. Formulación 1.

Esta mezcla mostró un color agradable, casi traslucido, además la superficie tuvo un aspecto brillante como se muestra en la figuras 3.1 b y c, esta característica se atribuye a la proteína de suero de leche, ya que por sí sola la carboximetilcelulosa de sodio no la presenta.

También la película presentó una buena resistencia al deterioro por pérdida de humedad, ya que durante el mes que se mantuvo almacenada, no se presentó resequeidad de la superficie.

Para la segunda formulación. Esta proporción fue determinada debido a estudios que ya se han realizado con anterioridad acerca de las funciones de la Goma de Mezquite en la formación de películas.

En la figura 3.2 podemos observar como esta mezcla no tenía todas las características deseadas, ya que presentó muy poco brillo y una ligera coloración amarilla. Además presento una buena resistencia a la descomposición, siendo su única desventaja la poca resistencia al deterioro por pérdida de humedad, ya que esta se reseco completamente a las tres semanas de almacenaje.

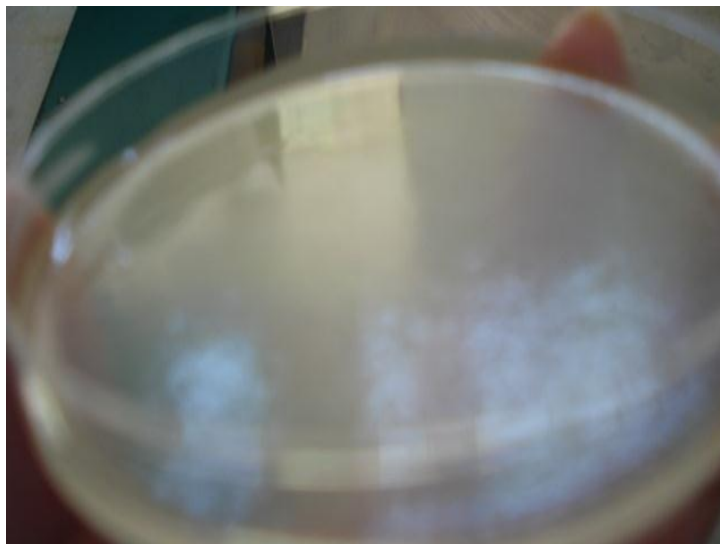


Figura 3.2. Formulación 2.

En el caso de la tercera formulación que se realizó, se introdujo Almidón de Chicharo, ya que dentro de las características de este almidón según las referencias del proveedor se incluye una buena solubilidad y brillo en superficie.

La figura 3.3 muestra que las características de la película se ven alteradas por el almidón, ya que al prepararla se observa homogénea y brillante pero después de una semana de almacenado se presentó una separación de fases.

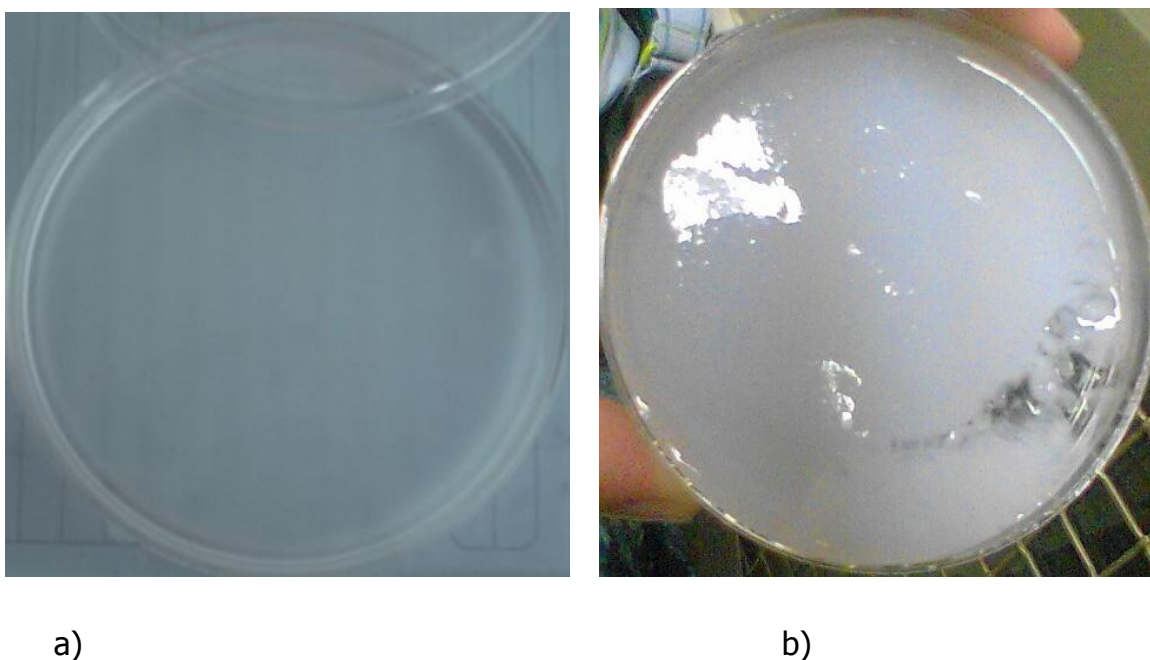


Figura 3.3 Formulación 3.

Como última prueba, y en base a los resultados obtenidos previamente, se realizó una mezcla ternaria de Goma de Mezquite, Carboximetilcelulosa de Sodio y Proteína de Suero de Leche, obteniendo como resultado una película uniforme, de color amarillo claro, la cual tiene un pH cercano a 6 y no presenta separación de fases al estar en almacenamiento de 4 semanas. (Ver fig. 3.4)



Fig. 3.4 Formulación 4.

Esta estabilidad se debe principalmente a que la Goma de Mezquite posee propiedades de estabilización en soluciones sin aumentar la viscosidad de ésta. (Goycoolea, *et.al*/1995)

Además en la figura 3.5 se puede observar que al agregar los condimentos, la película se torna de un color atractivo y así mismo da brillo a la carne, haciéndola ver apetecible.

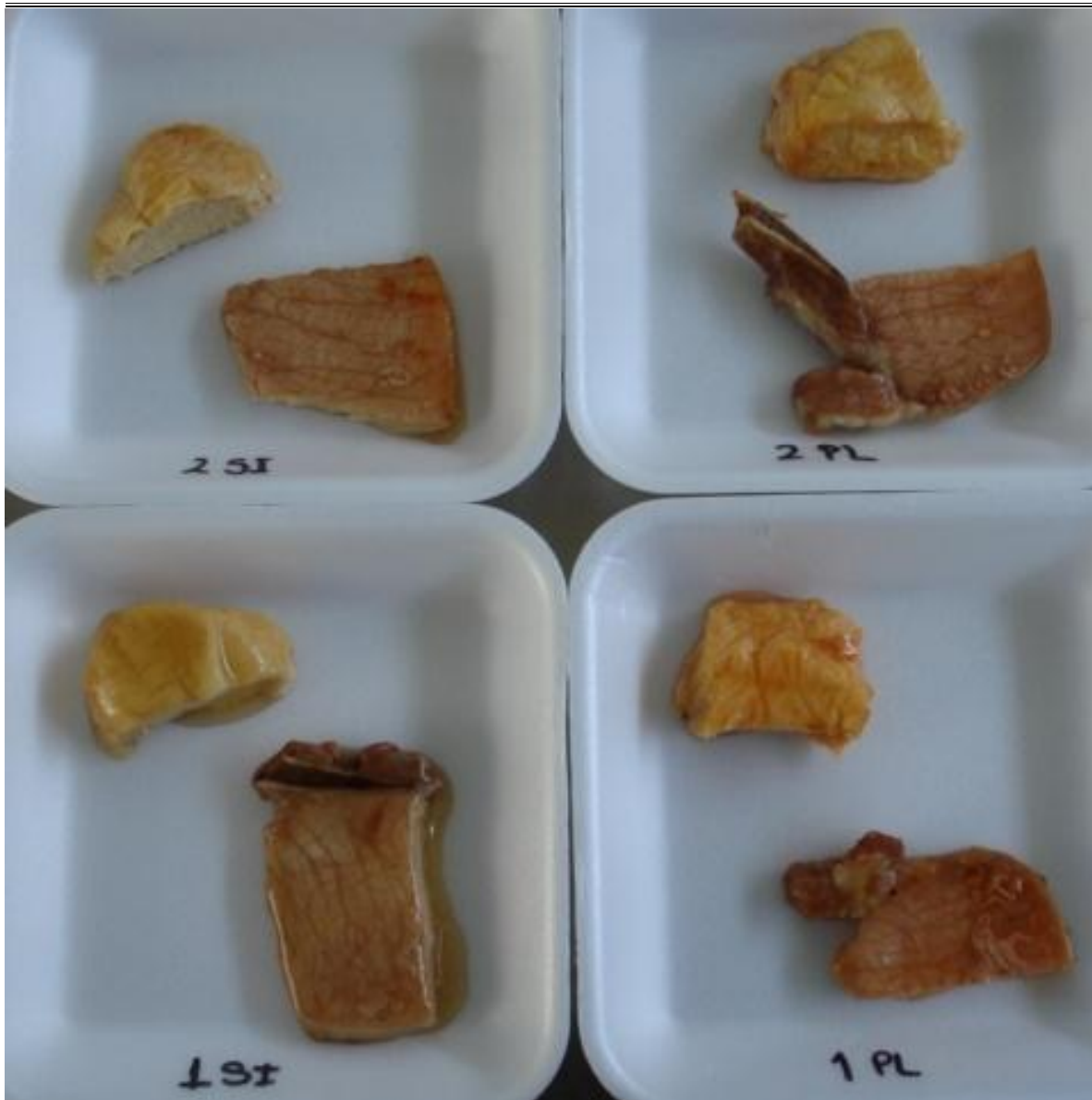


Figura 3.5. Carne de pollo y cerdo con las formulaciones finales de la película.

3.2 CARACTERIZACIÓN DE LA PELÍCULA

Una vez que se definieron las formulaciones y se recubrió la carne se procedió al seguimiento de las modificaciones que esta presenta durante el almacenamiento, a distintas condiciones de temperatura.

Las muestras se sometieron a dos condiciones de conservación diferentes, es decir, en refrigeración y en congelación. Las tablas 4.1 a 4.4 presentan las mediciones realizadas a las muestras para control de las modificaciones de los recubrimientos cárnicos.

Tabla 3.1. Resultados a la primer semana en refrigeración.

FECHA	TIPO DE CARNE	CÓDIGO DE FORMULACIÓN	pH	TEMPERATURA
5/MARZO/2008	Pollo	P1	7.52	18°C
		P2	7.54	18°C
		P3	7.59	18°C
		P4	8.00	18°C
	Cerdo	C1	6.74	18°C
		C2	6.70	18°C
		C3	6.72	18°C
		C4	6.74	18°C

Tabla 3.2. Resultados a la primer semana en congelación.

FECHA	TIPO DE CARNE	CÓDIGO DE FORMULACIÓN	pH	TEMPERATURA
5/MARZO/2008	Pollo	P1	6.12	18°C
		P2	6.09	18°C
		P3	6.16	18°C
		P4	6.20	18°C
	Cerdo	C1	6.11	18°C
		C2	6.12	18°C
		C3	6.12	18°C
		C4	6.11	18°C

Para la primera semana la carne recubierta que se mantuvo en refrigeración presentó aroma desagradable, además de un color blanquizco, lo cual indica que esta comenzó a descomponerse; ya que también presentó una alteración en el pH como se observa en la tabla 3.1 con respecto a la tabla 2.2.

Mientras que la carne que se sometió a congelación no presentó ninguna alteración de color, olor o apariencia; lo único que esta manifestó fue una variación en el pH como aprecia en la tabla 3.2.

Tabla 3.3. Resultados a segunda semana en congelación.

FECHA	TIPO DE CARNE	CÓDIGO DE FORMULACIÓN	pH	TEMPERATURA
10/MARZO/2008	Pollo	P1	6.15	16°C
		P2	6.12	16°C
		P3	6.19	16°C
		P4	6.24	16°C
	Cerdo	C1	6.14	16°C
		C2	6.15	16°C
		C3	6.15	16°C
		C4	6.14	16°C

Para la segunda semana, la carne recubierta que se mantuvo en refrigeración presentó un grado de descomposición mayor, ya que presentó un aroma desagradable además de un color blanco - amarillento y una apariencia viscosa. Lo que obligó a detener el seguimiento de las muestras durante su conservación.

Por otro lado, la carne recubierta en congelación se mantuvo en buen estado, es decir no presentó modificaciones apreciables tanto en el color como en apariencia.

La única modificación fue un ligero aumento del pH (ver tabla 3.3).

Tabla 3.4. Resultados a tercer semana en congelación.

FECHA	TIPO DE CARNE	CÓDIGO DE FORMULACIÓN	pH	TEMPERATURA
26/MARZO/2008	Pollo	P1	6.46	18°C
		P2	6.50	18°C
		P3	6.46	18°C
		P4	6.42	18°C
	Cerdo	C1	6.02	18°C
		C2	6.06	18°C
		C3	6.12	18°C
		C4	6.14	18°C

Al analizar las muestras en la tercera semana se notó que presentaron una resequedad debido al descongelamiento, por lo que su apariencia se vio modificada debido a que la película adherida a la carne presentaba una apariencia plástica que parecía formar parte del producto cárnico, además el pH aumentó ligeramente(ver tabla 3.4). Sin embargo, a pesar de lo anterior se realizó la medición del perfil de textura correspondiente a la tercera y cuarta semana.

3.3 MEDICIÓN DE LA TEXTURA DE LA CARNE CON LA PELÍCULA

Posteriormente se realizó el perfil de textura a los productos congelados. En la Figura 3.5 se muestra un comparativo de textura de los productos cárnicos donde se observa una primera área bajo la curva relativamente más grande en comparación con la segunda.

La primer área bajo la curva indica que las muestras conservan sus propiedades texturales mientras que la segunda muestra un debilitamiento en la estructura de la carne con la película, independientemente del tipo de cárnico, por lo que se puede decir que la película permite un retraso en el debilitamiento en la estructura de la carne.

Como podemos ver en la Figura 3.6 se muestra un comparativo de textura de los productos cárnicos de cerdo, donde se observa una primera área bajo la relativamente más grande en comparación con la segunda. La primera área bajo la curva indica que las muestras conservan sus propiedades texturales mientras que la segunda muestra un debilitamiento en la estructura de la carne de cerdo con la película, por lo que se puede decir que la película permite un retraso en el debilitamiento en la estructura de la carne.

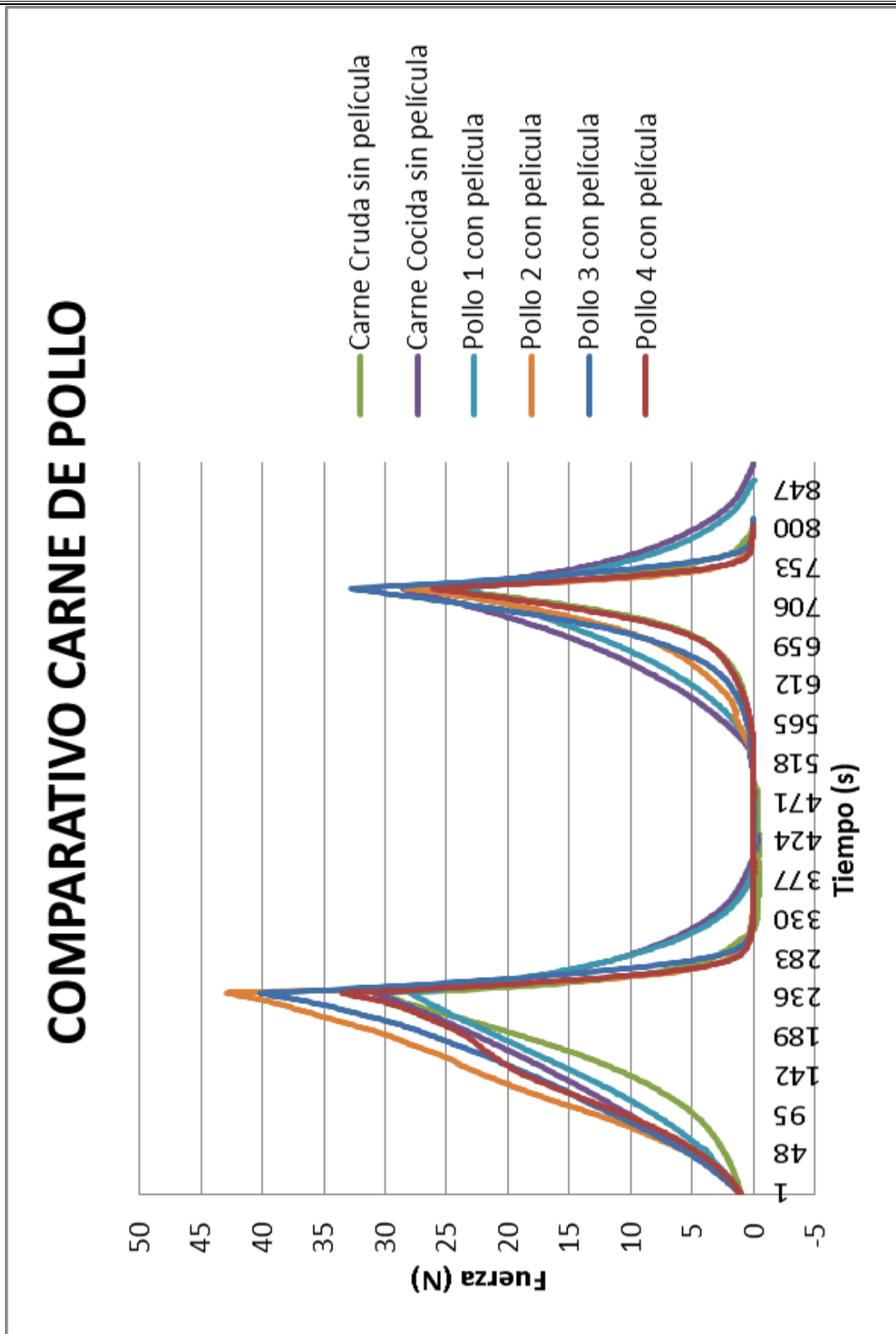


Figura 3.5. Comparativo de textura de la carne de pollo

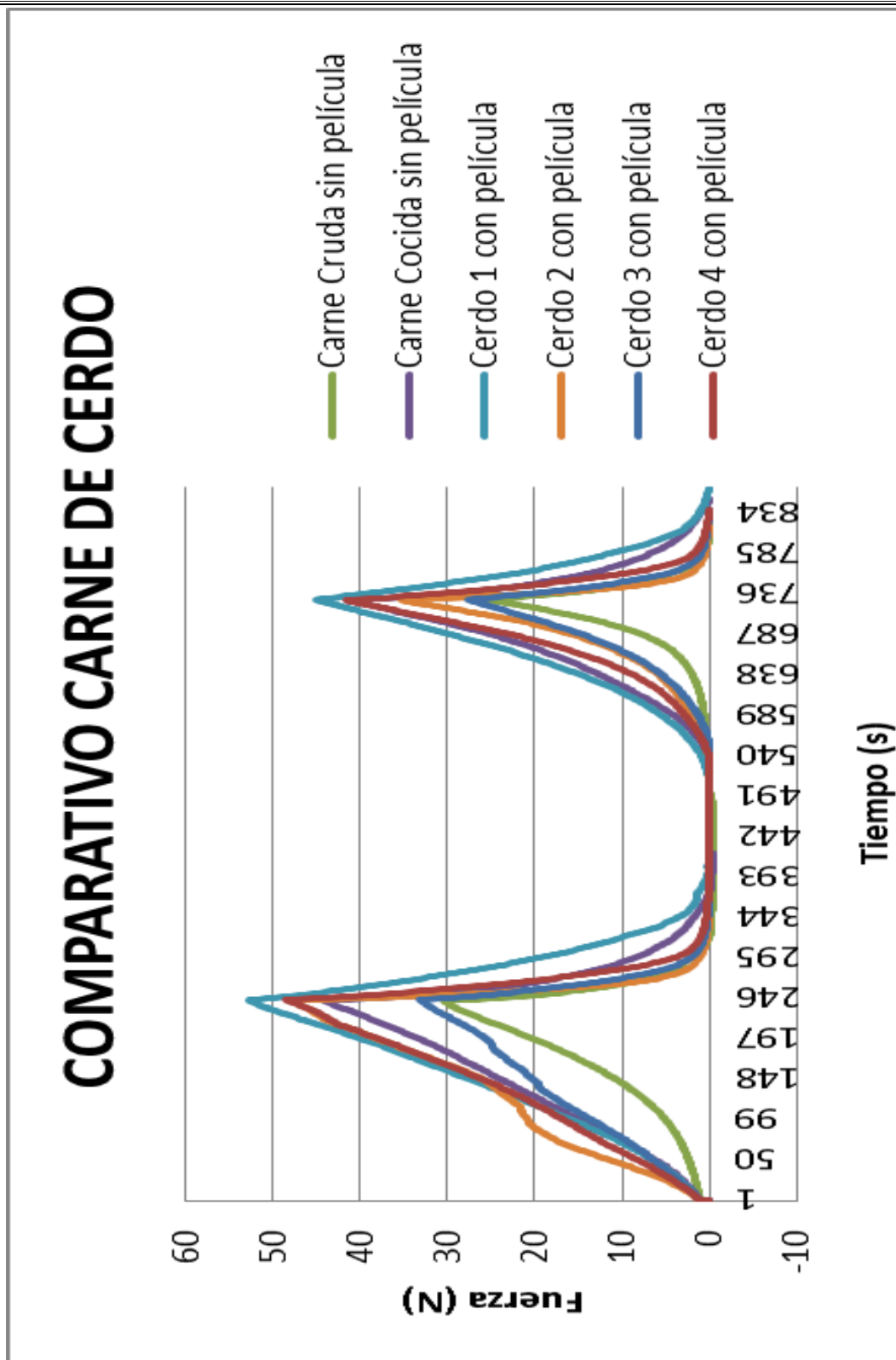


Figura 3.6. Comparativo de textura de la carne de cerdo.

Como se puede observar la carne de cerdo presenta mayores modificaciones en la textura que la carne de pollo, lo cual se debe a la composición de esta. Además al igual que en el caso de la carne de pollo se puede ver que existen modificaciones de la textura de la carne, la película nos ayuda a que el proceso se retrase y la carne pueda conservar más tiempo sus características.

Cabe mencionar que los resultados aquí presentados son los promedios obtenidos de las distintas repeticiones realizadas de cada una de las mediciones.

Podemos saber también a través de estos comparativos que la textura muestra ligeras modificaciones en relación a la carne cruda, pero debemos tener en cuenta que el rigor mortis de la carne tanto cruda como cocida influye al pasar el tiempo. Esta influencia es más notoria en la carne de cerdo, ya que esta es más rígida y se ve un deterioro mayor con el tiempo.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La formulación 4 fue la que presentó mejores características visuales, mecánicas, químicas para conformar una biopelícula comestible y poder ser empleada en el recubrimiento de dos tipos de carne (pollo y cerdo).

El empleo de la formulación 4 presentó una sinergia de propiedades físicas y químicas, las cuales permitieron incrementar la funcionalidad de este recubrimiento que se observó en la conservación de la textura de los productos cárnicos almacenados en congelación por espacio de cuatro semanas.

Una adecuada selección de mezclas de biopolímeros permite obtener películas biodegradables eficientes desde el punto de vista de textura en la conservación de productos cárnicos durante su almacenamiento a distintas condiciones de refrigeración y congelación. Además las características particulares de los biopolímeros inducirán propiedades visuales agradables a los consumidores para el consumo de productos cárnicos.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con la bibliografía actual que se encuentra acerca de este tipo de trabajos; se recomienda continuar con esta investigación, atendiendo los siguientes aspectos:

- ✓ Realizar pruebas microbiológicas y toxicológicas a la película.
- ✓ Elaborar un estudio de mercado detallado.
- ✓ Efectuar un análisis de costos para tener la certeza del costo del producto.
- ✓ Realizar estudios de factibilidad para escalar a nivel industrial la producción de la película.
- ✓ Realizar estudios de vida de anaquel considerando nuevos materiales y técnicas de empaque.

CAPÍTULO 5

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, L., Nelson, A.I., Steinberg, M.P, y McGill J.N. 1963. Edible corn-carbohydrate food coatings. II. Evaluation on fresh meat products. Food Technol. 17: 104-108.

BANKER, G.S. 1966. Film coating theory and practice. J. Pharm. Sci. 55: 81.

CAIRNS, J.A. Oswin, C.R., and Paine, F.A. 1974. "Packaging for climatic protection" . The Institute of Packaging, Newnes-Butterworths, London, England.

EVANS, J.D., and Sikdar, S.K. 1990. Biodegradable plastics: An idea whose time has come?. Chem. Tech. 20: 38-42.

MORRISON, Boyd. Química Orgánica. Fondo Educativo Interamericano, S.A. 1976. pag.1154-1156.

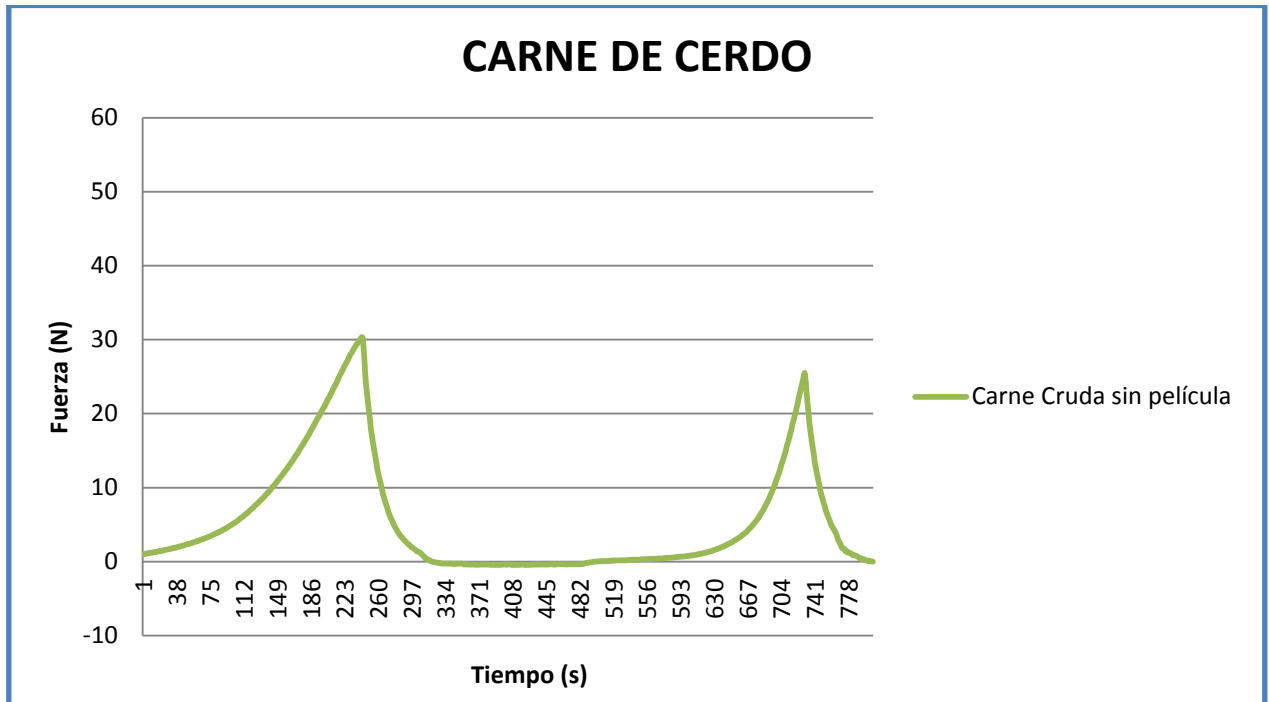
HOYOS R, Margarita, Urrego Libia. 1997. Empaques y/o películas comestibles y biodegradables. Facultad de Química Farmacéutica. U de A. Pag. 8-107.

ROBERT, K. Murray. Bioquímica de Harper, carbohidratos de importancia fisiológica. 23ª edición, pag.165.

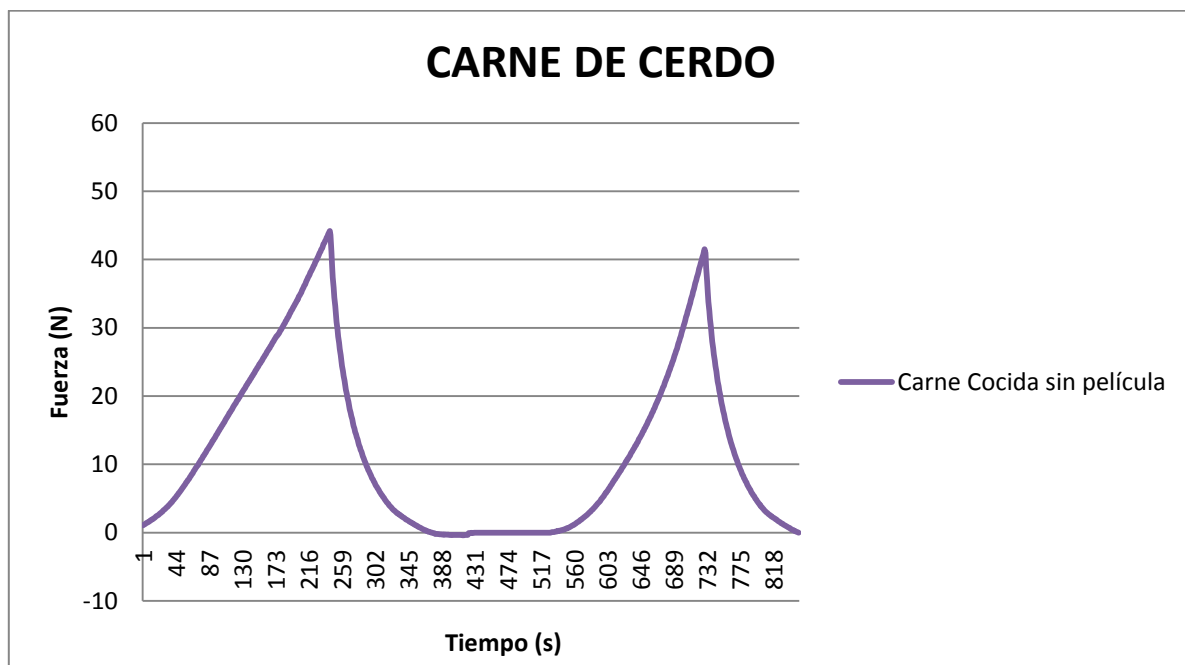
ANEXOS

Anexo 1. GRAFICAS DE SEGUIMIENTO DE LOS ANALISIS REALIZADOS

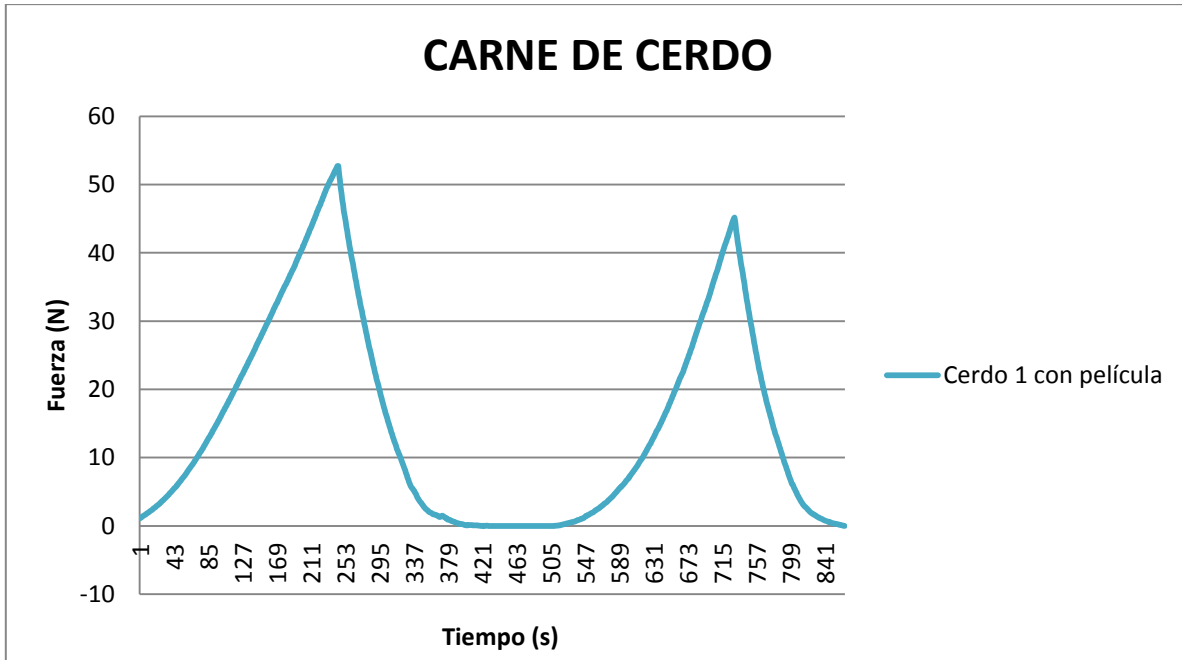
Carne de Cerdo Cruda



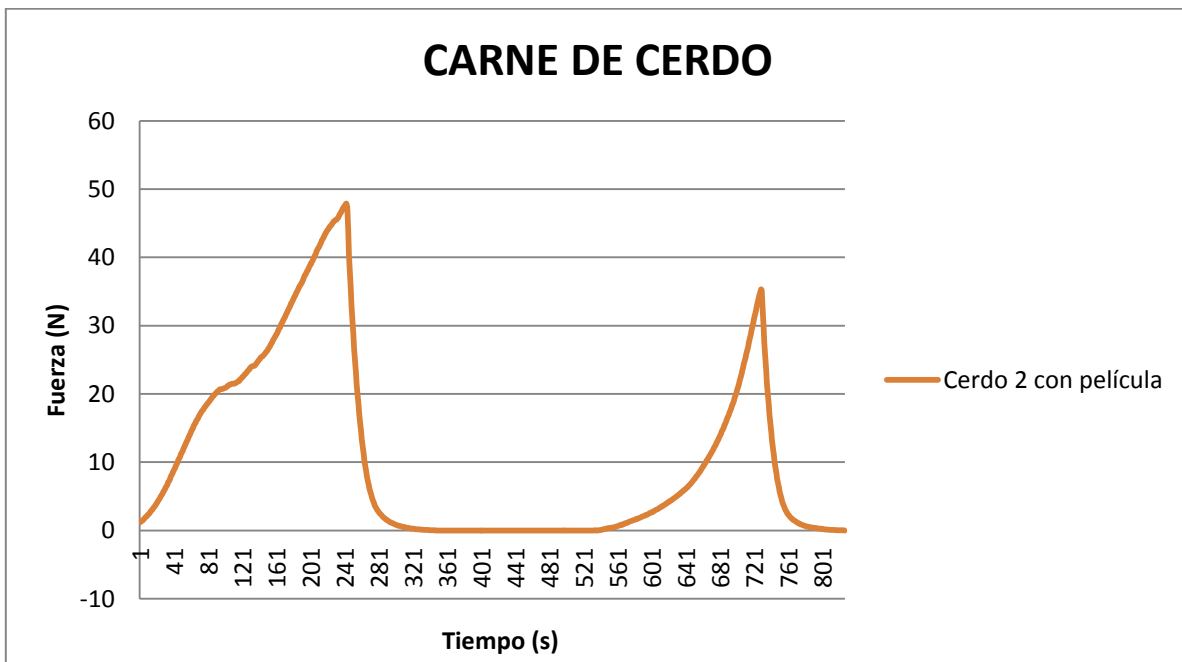
Carne de Cerdo cocida



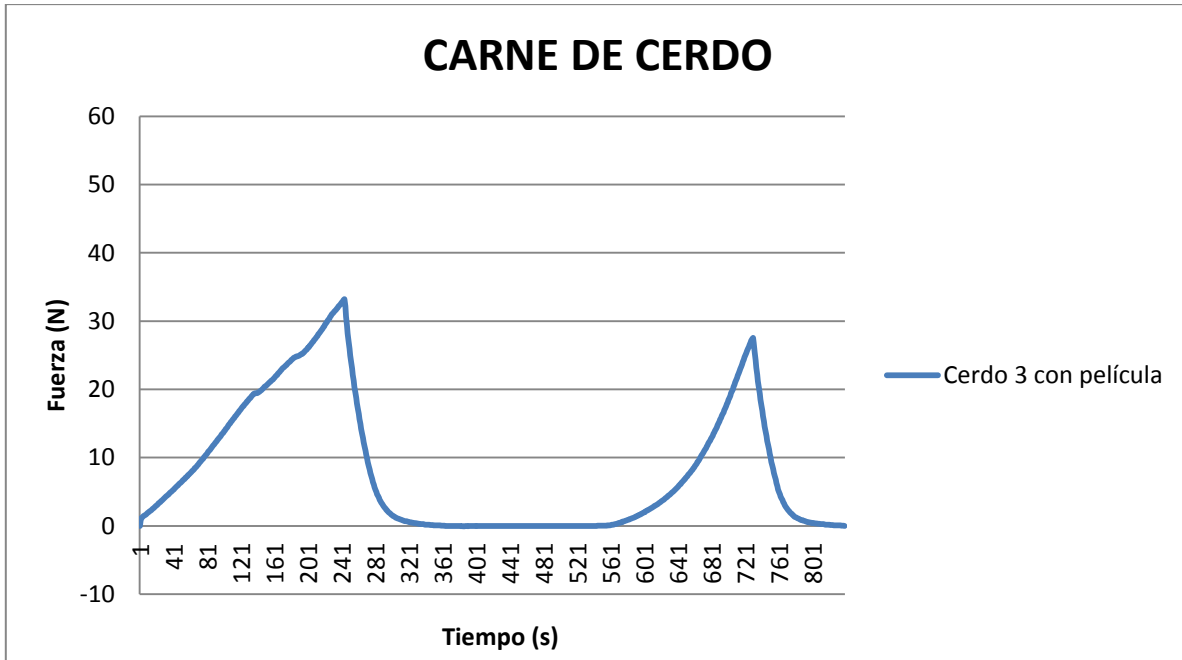
Carne de Cerdo 1ª semana con película



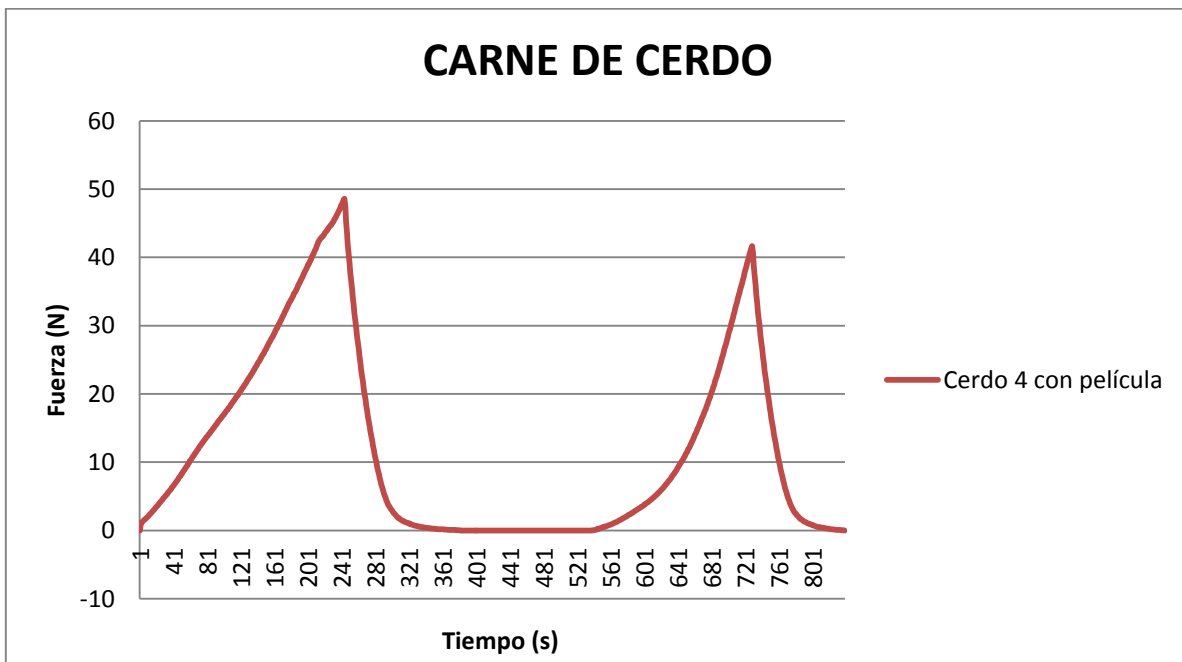
Carne de Cerdo 2ª semana con película



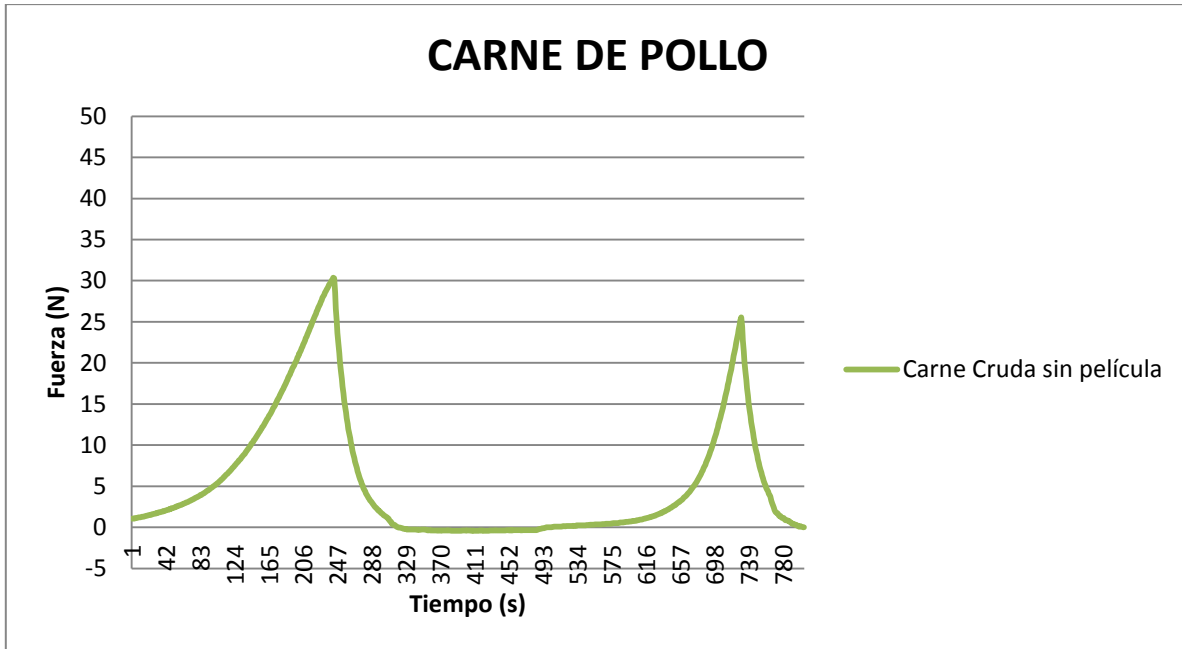
Carne de Cerdo 3ª semana con película



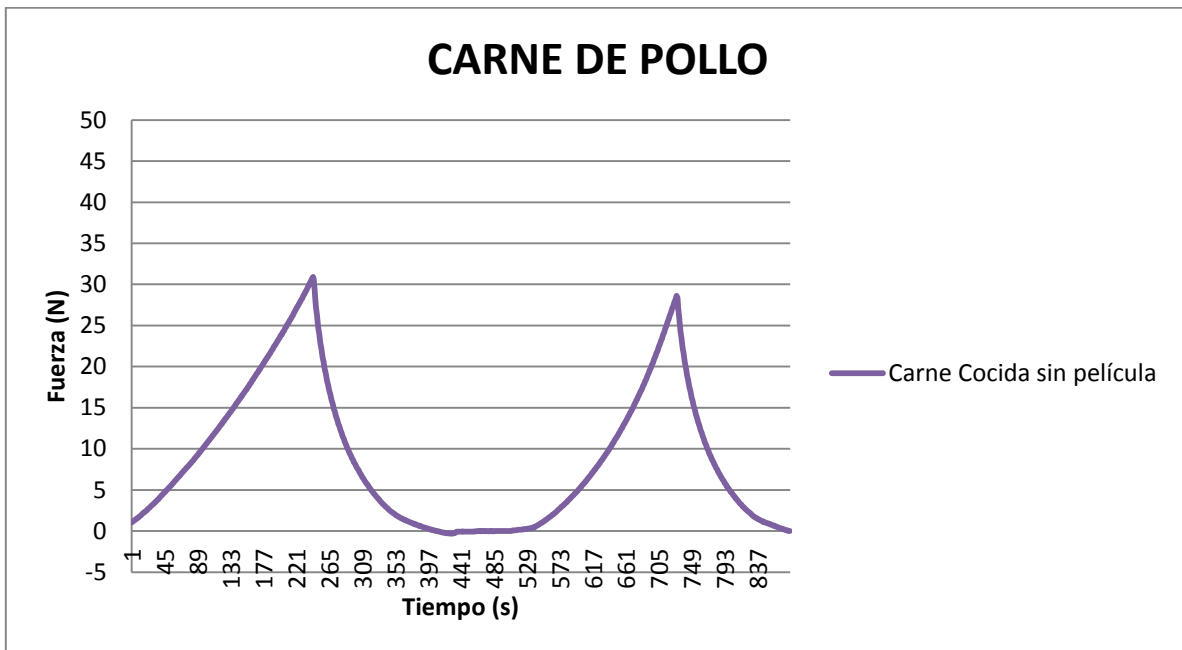
Carne de Cerdo 4ª semana con película



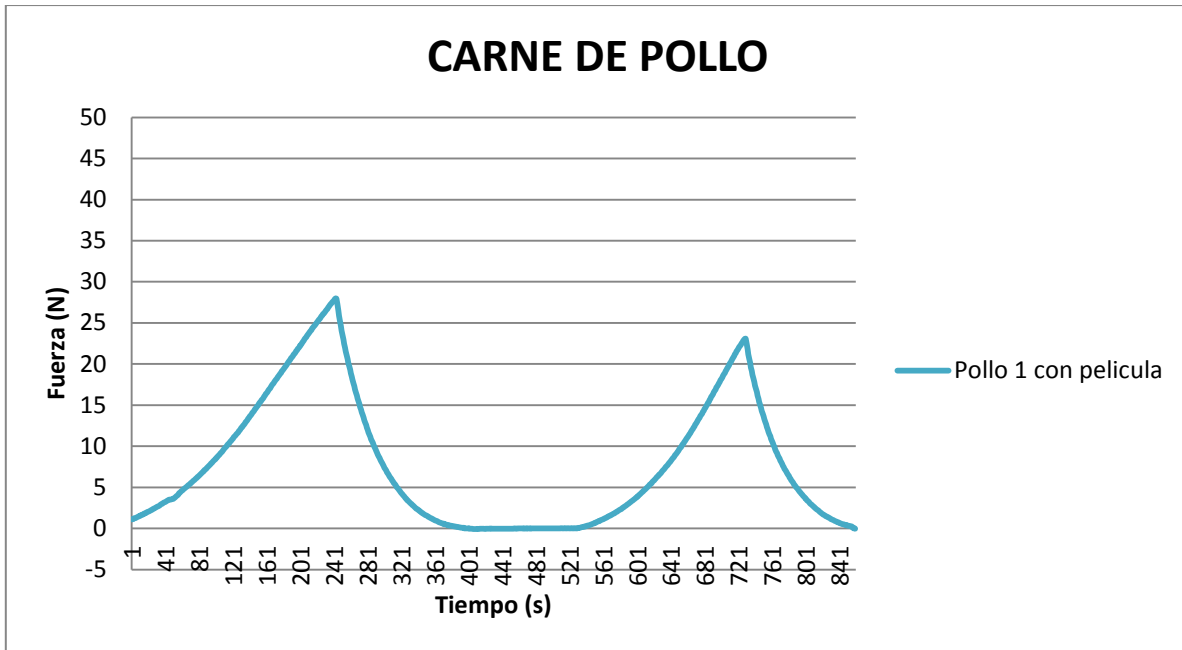
Carne de Pollo Cruda



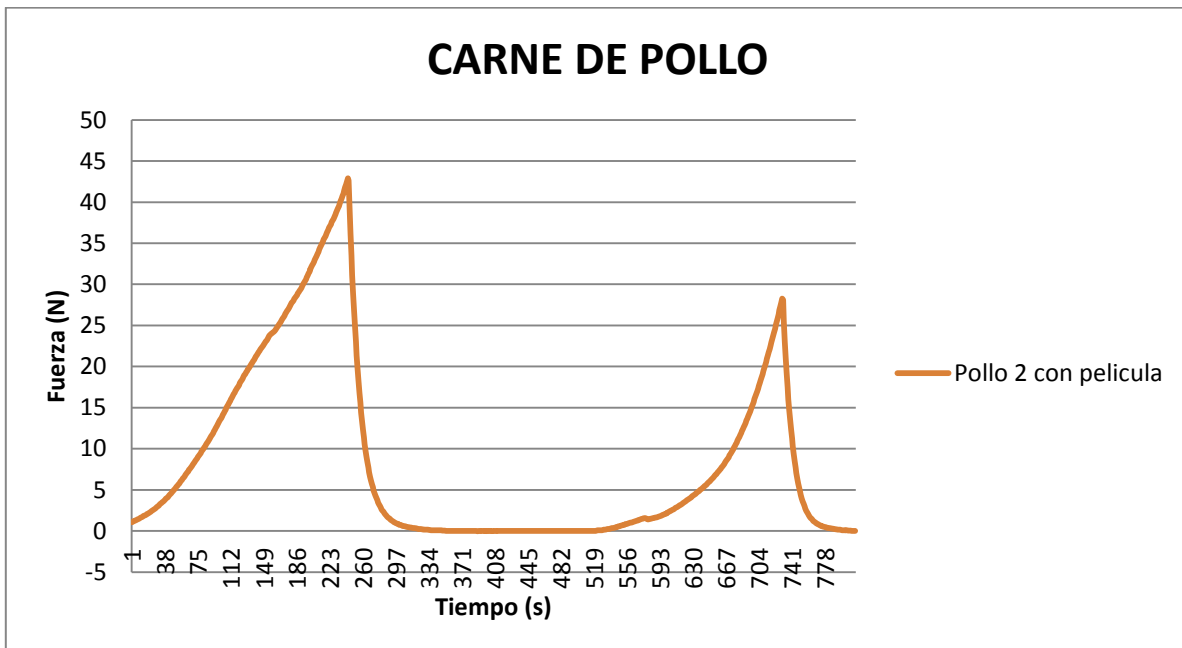
Carne de Pollo cocida



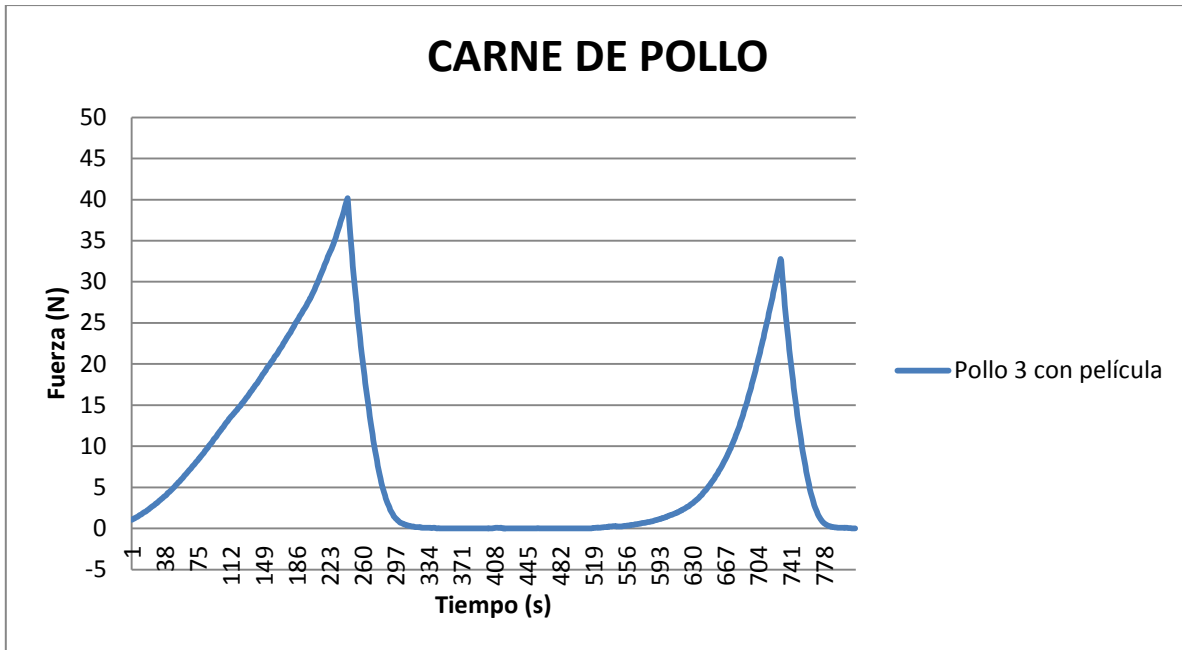
Carne de Pollo 1ª semana con película



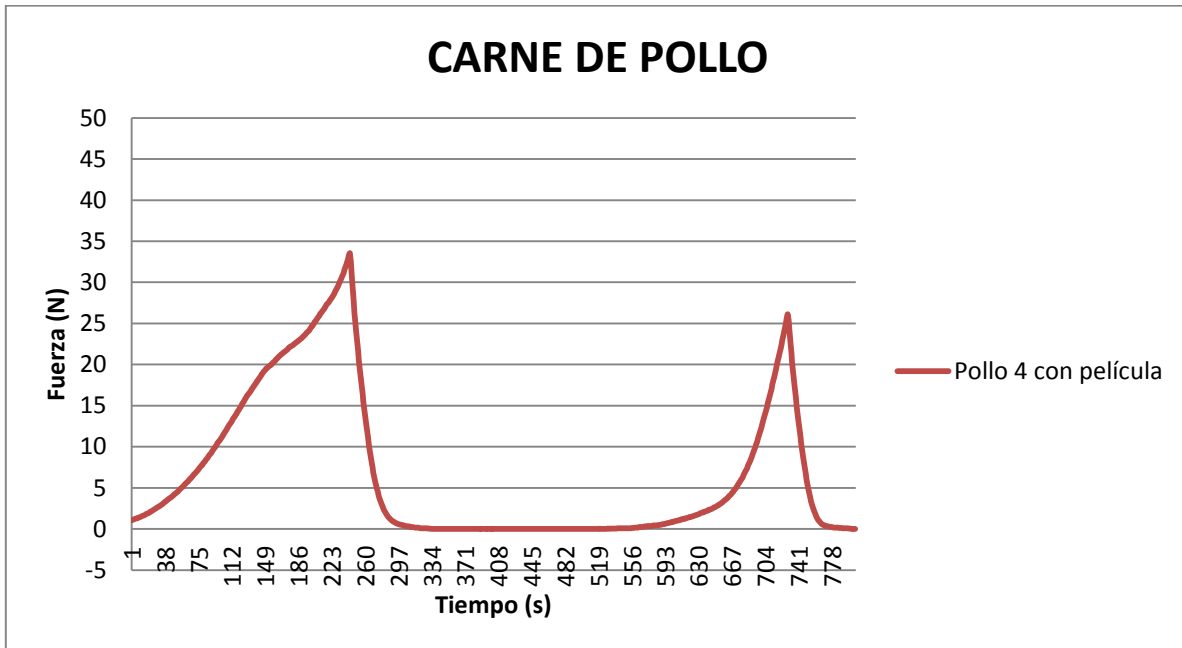
Carne de Pollo 2ª semana con película




Carne de Pollo 3ª semana con película



Carne de Pollo 4ª semana con película




ANEXO 2. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO EN CONGRESOS Y RECONOCIMIENTOS OBTENIDOS.



Developing an Edible Film Based on Biopolymers for Conservation of Meat Products

Romero-López, K., Castillón-Jardón, J., Pérez-Alonso, C.
 Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, Paseo Tollocan esq. Paseo Colón S/N, Toluca, Edo. de Mex., 50120, México, phone: (+52)7222965541, fax: (+52)7222965514
ddkarly@hotmail.com ; jcj59@hotmail.com ; cepa@uaemex.mx



ABSTRACT
 An edible pack is described as an integral part of the food and consumed as such. The main objective of this work was to develop an edible coating that functions as a preservative and as a vehicle for cooked meat. In the formation of the film we used a combination of Mesquite Gum (MG), Sodium Carboxymethylcellulose (CMC) and Whey Protein (WPC), to have a synergy of properties. To evaluate the efficiency of the film, analysis was performed using the texture EZtest Rheometer, which allowed us to determine the change in texture of the meat covered with the film over a period of time. The texture measurements were made from raw meat, until the fourth week in freezing, thus making a comparison that determined that the film actually helps in the conservation of the texture of the meat.

INTRODUCTION
 A package ensures the stability of food and prolongs its useful life. This is described as edible because it is an integral part of the food and consumed like that. Because of this dual function, packaging and food constituent, edible coatings offer many advantages, but also must meet certain conditions, expressed in standard manufacturing (Hoyos and Urrego, 1997).

The polymeric films or edible food coatings are those that are made with natural biopolymeric substances, heterogeneous composition, which can be eaten without a risk for consumers and to provide some nutrients such as protein, starch hydrolysates, gums, among others (Evans and Sikdar, 1990).

These films are not always replaced by synthetic packaging, but to rationalize their use and prolong the state of freshness of fruits and vegetables and the useful lifetime of food and improve economic efficiency of packing materials.

The functional properties of these are equal to those of non-biodegradable packaging or synthetic. They act as barriers to moisture, oxygen and carbon dioxide. The permeability of these relates to the resistance to gases, water steam and transport of solutes (Requena, 2003).

The purpose of this work was to develop an edible film biopolymers based for the conservation of meat products from chicken and pork. Also to use this film as a vehicle of condiments and spices to improve the sensory characteristics of products.

RESULTS AND DISCUSSION
 Chart 1 shows a comparison of the average pH values of meat products with the film and without the film (R) according to the time of storage in refrigerators and freezers.

Chart 1. Comparative pH in cooling and freezing

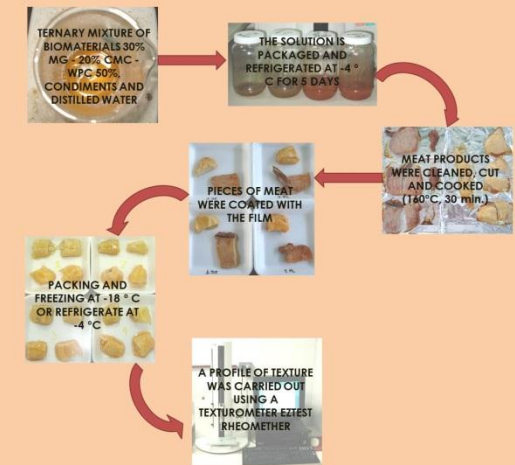
WEEK	SAMPLE	COOLING pH	FREEZING
0	R	6.13	6.13
	P	6.12	6.12
	C	6.09	6.09
1	R1	7.52	6.12
	P1	7.57	6.12
	C1	6.71	6.11
2	R2	-	6.14
	P2	-	6.19
	C2	-	6.15
3	R3	-	6.29
	P3	-	6.34
	C3	-	6.30
4	R4	-	6.46
	P4	-	6.58
	C4	-	6.42

R = Reference, P = Chicken, C = Pork

As you can see, samples under refrigeration presented a light increase in the change in pH in the first week, compared to frozen products; however, after the second week the cooling meat reactions showed deterioration (proliferation of microorganisms) and showed that the meat presented a white texture on its surface. While the products in freezing during the four weeks of storage presented almost constant pH of about 6 and without proliferation of microorganisms.

Later took place a profile texture to frozen products. As it can be seen, pork presents major changes in texture than chicken, due to its composition. Besides that, in the case of chicken meat, can be seen to have changes in the texture of the meat, the film help us delay the process and the meat retaining its characteristics longer. It is worth mentioning that the results presented here are the averages obtained from the various repetitions of each measurement.

METHODOLOGY



COMPARING CHICKEN AND PORK

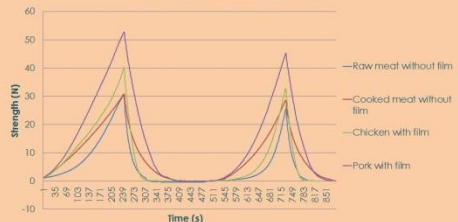


Figure 1. Texture Profile Analysis of chicken and pork

We also know through this comparison texture that shows slight modifications in relation to raw meat, but we must bear in mind that the rigor mortis of both raw and cooked meat affects with the passage of time. This influence is most noticeable in pork, because this is more rigid and presents a further deterioration over time.

CONCLUSIONS
 The use of the mixture of biopolymers proposed in this paper have allowed a synergy of physical and chemical properties, which helped increase the functionality of this coating that influenced the conservation of the texture of the meat products studied.

REFERENCES

- Hoyos, R., M. Urrego L. (1997) Packaging and / or edible films and biodegradable. Faculty of Pharmaceutical Chemistry, University of Argentina, 8-107
- Evans, J.D. and Sikdar, S.K., 1990. Biodegradable plastics: An idea whose time has come. Chemical Technology, 20, 36-42.
- Requena, J.A. (2003) Processes Conservation foods. AMV Editions.
- Genot, C.L. (2003) Freezing and quality of meat. Ed. Acribia
- Rosenthal, A.J. and Ibarz A. R. (2001) texture of food; Perception and Action. Ed. Acribia. 223-249.



3rd International Congress

Querétaro, Qro. México, October 14-17, 2008



This certifies that

Romero-López, K., Castellón-Jardón, J., Pérez-Alonso, C.

Obtained honorific mention in Wednesday 15th October poster session, with the research

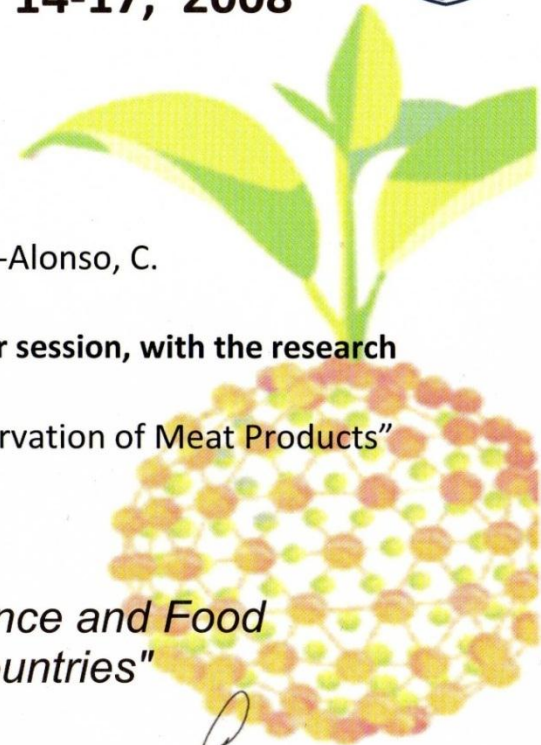
"Developing an Edible Film Based on Biopolymers for Conservation of Meat Products"

"3rd International Congress Food Science and Food Biotechnology in Developing Countries"

Dr. Cristóbal Noé Aguilar González
President of AMECA

Dr. Carlos Regalado González
President of the Congress

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
President of the Scientific Committee





3rd International Congress



Querétaro, Qro. México, October 14-17, 2008

This certifies that

Romero-Lopez, K., Castellón-Jardón, J., Perez-Alonso, C.

presented the work

Developing an Edible Film Based on Biopolymers for Conservation of Meat Products
from Chicken and Pig.

*"3rd International Congress Food Science and Food
Biotechnology in Developing Countries"*



Dr. Cristóbal Noé Aguilar González
President of AMECA



Dr. Carlos Regalado González
President of the Congress



Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
President of the Scientific Committee

