

“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERIA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**



**“Desarrollo y Caracterización de una Película Funcional a base de Goma
Guar y Aceite de Oliva”**

TESIS

Presentada Por:

SERGIO RODRÍGUEZ GARCÍA

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre del 2016.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS
"Desarrollo y caracterización de una película funcional a base de goma guar
y aceite de oliva"

POR:

SERGIO RODRIGUEZ GARCIA

TESIS

Que ha sido aprobada como requisito para obtener el título de:

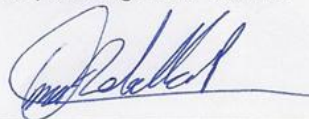
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

El presente trabajo ha sido asesorado y aceptado de acuerdo al artículo 89
del Reglamento Académico de Licenciatura por el siguiente Comité:



M.C. Xochitl Ruelas Chacón

Asesor principal



M.C. Oscar N. Reboloso padilla

Asesor



Dr. Antonio F. Aguilera Carbó

Asesor



Dr. José Dueñez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo Coahuila, México

Septiembre del 2016

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

“Desarrollo y caracterización de una película funcional a base de goma guar y aceite de oliva”

POR:

SERGIO RODRIGUEZ GARCIA

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial para obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

De acuerdo al artículo 90 del Reglamento para Alumnos de Licenciatura:

M.C. Xochitl Ruelas Chacón

Presidente



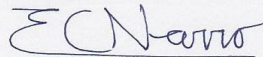
Dr. Antonio F. Aguilera Carbó

Vocal



Dr. Efraín Castro Narro

Vocal



M.C. Oscar N. Reboloso Padilla

Vocal



Saltillo Coahuila, México

Septiembre del 2016

AGRADECIMIENTOS

Solamente viven los hombres que luchan.

Voy con dios y si no regreso estoy con él.

A dios por haberme permitido concluir mis estudios y darme la oportunidad de haber conocido personas agradables en mi camino.

A mis padres **SERGIO y ELOISA** quienes me apoyaron durante esta estancia de mi vida en el cual solo es el principio de un largo camino que me falta por recorrer les agradezco todos sus consejos y regaños gracias a ustedes e concluido una meta más en mi vida.

A mis hermanos **BLANCA, JOSE LUIS, MARISOL, MARTIN**, a ustedes les doy gracias por ese apoyo moral que me brindaron.

Al Dr. Armando Rodríguez García, MC. Xochitl Ruelas Chacón, por su disposición y tiempo brindado durante mi estancia en la universidad.

Al entrenador de futbol rápido Emmanuel Palacio Urrutia por haberme permitido convivir con el equipo representativo de la UAAAN en el cual viví experiencias maravillosas y momentos tristes a pesar de eso éramos y seguirán siendo un gran equipo.

A mis amigos Arturo de Jesús Gomes, Francisco Arguello, Luis Alejandro Sánchez, Octavio Zavala, Rogelio Cruz, Ángel Gomes, Leidy Cruz, Karen Adaly, Alondra Noemí, a todos ustedes gracias por esos momentos maravillosos que compartimos juntos.

A mis compañeros de dormitorio (Porfirio 13) Pablo, Eusebio, Luis Fernando, Erain, Jan, así como también a mis amigos del (Porfirio 20), Juan, Rigoberto, Juan Carlos, Luis Alberto, Vicente (paisita) por esos momentos vividos en la Narro.

DEDICATORIAS

A mis padres:

SERGIO RODRÍGUEZ AVELINO Y ELOISA GARCIA ESTRADA.

Por haberme dado esa confianza y oportunidad de demostrar que podía salir adelante aunque estuviese lejos de ustedes gracias por todo ese esfuerzo y sacrificio que hicieron para que yo concluyera mis estudios lo cual estoy muy agradecido con ustedes y quiero que sepan que los quiero mucho.

A mis abuelos Juan García Posadas, María Dolores Estrada, Josefa Avelino por esos valiosos consejos de sabiduría que me brindan día con día para superarme y cumplir mis objetivos que me propongo gracias abuelitos.

A mis hermanos **BLANCA, JOSE LUIS, MARISOL, MARTIN**, a ustedes les doy gracias por ese apoyo moral que me brindaron, me apoyaron y nunca me dejaron solo a pesar de nuestros enojos, llanto, risas, tristezas, etc. Pero siempre están ahí cuando más los necesito hermanos los quiero mucho y gracias por todo.

A mis tíos por sus consejos que me brindaron y siempre estuvieron ahí para escucharme y apoyarme.

A todos mis primos por esos momentos que hemos vivido juntos en momentos de alegría y tristezas pero siempre estarán ahí cuando los necesite y siempre estaré cuando me necesiten los quiero a todos.

INDICE GENERAL

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	i	
DEDICATORIA.....	ii	
INDICE GENERAL.....	iii	
INDICE DE FIGURAS.....	vii	
INDICE DE CUADROS.....	viii	
RESUMEN.....	ix	
CAPITULO I.		
INTRODUCCION.....	1	
1.1 Objetivos.....	3	
1.1.1 Objetivo general.....	3	
1.1.2 Objetivos específicos.....	3	
1.2 Hipótesis.....	3	
1.3 Justificación.....	3	
CAPITULO II.		4
REVISION DE LITERATURA.....	4	
2.1 Películas Comestibles.....	4	
2.1.1 Definición.....	4	
2.2 Goma Guar.....	6	
2.2.1 Caracterización.....	7	
2.2.2 Solubilidad.....	7	
2.2.3 Viscosidad.....	7	
2.3 Características químicas de la Goma Guar.....	7	

2.3.1 pH.....	7
2.3.2 Compatibilidad.....	8
2.3.3 Formación del Gel.....	8
2.4 Usos y Aplicaciones.....	8
2.4.1 Alimentos.....	8
2.4.2 Productos de panadería.....	8
2.4.3 Carne.....	9
2.4.4 Bebidas.....	9
2.4.5 Aderezos y Salsas.....	9
2.4.6 Productos Farmacéuticos y Cosméticos.....	9
2.4.7 Industria del Papel.....	9
2.4.8 Industria Minera.....	9
2.4.9 Industria del Tabaco.....	9
2.4.10 Industria Textil.....	10
2.4.11 Tratamiento de Agua.....	10
2.4.12 Perforación Petrolera.....	10
2. 5 Aceite de Oliva.....	11
2.5.1 Propiedades del Aceite de Oliva.....	11
2.5.2 Beneficios del Aceite de Oliva.....	11
2.6 Glicerol.....	12
2.6.1 Aplicaciones.....	12
2.7. Sorbato de Potasio.....	12
2.7.1 Usos.....	13
2.7.2 Especificaciones.....	14

CAPITULO III.....	15
METODOLOGIA.....	15
3.1 Etapa Experimental.....	15
3.1.1 Preparación de la Formulación.....	15
3.1.2 Formación de la Película.....	16
3.2 Caracterización de Películas Comestibles.....	16
3.2.1 Espesor.....	16
3.2.3 Contenido de Humedad.....	16
3.2.4 Medición de Solubilidad.....	17
3.3 Adición del compuesto Antimicrobiano.....	17
CAPITULO IV.....	18
RESULTADOS Y DISCUSION.....	18
4.1 Análisis de Resultados.....	18
4.1.1 Color.....	18
4.1.2 Grosor.....	19
4.1.3 % humedad.....	19
4.1.4 % solubilidad.....	20
4.1.5 Opacidad.....	20
4.1.6 Transmitancia.....	20
4.1.7 Permeabilidad al Vapor de Agua (PVM).....	21

CAPITULO V.....	22
CONCLUSIONES.....	22
CAPITULO VI.	23
BIBLIOGRAFIA.....	23

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Transferencias que pueden ser controladas por barreras comestibles.....	5
Figura 2. Recubrimientos comestibles como portadores de principios activos para las frutas frescas cortadas.....	6
Figura 3. Formulación de la película comestible.....	15

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales nutrientes del aceite de oliva.....	12
Cuadro 2. Especificaciones del sorbato de potasio.....	14
Cuadro 3. Formulación de la película comestible.....	16
Cuadro 4. Resultados de concentrados del análisis de color mediante análisis de varianza.....	18
Cuadro 5. Resultados de grosor, %humedad, %solubilidad, opacidad, transmitancia.....	19
Cuadro 6. Resultados de permeabilidad al vapor de agua a diferentes concentraciones.....	21

RESUMEN

El uso de películas y recubrimientos comestibles surge como una alternativa comprometedora para mejorar la calidad de los alimentos durante su procesado y conservación.

Los recubrimientos y películas comestibles están constituidos por finas películas de polímeros naturales (polisacáridos, proteínas animales y vegetales, lípidos) biodegradables, por lo que es una tecnología respetuosa con el medio ambiente que responde a la demanda creciente por parte de los consumidores de alimentos naturales, seguros, saludables y obtenidos mediante un procesado mínimo. Las películas/recubrimientos comestibles son una barrera selectiva a los gases (O₂, CO₂, etileno), reducen la pérdida de agua, los procesos oxidativos (pardeamiento enzimático), el crecimiento microbiológico y aumentan la resistencia mecánica de la fruta y hortaliza mínimamente procesadas.

Por tanto, reducen o eliminan los mecanismos causantes del deterioro del vegetal que tienen lugar durante un procesado mínimo.

Además, los recubrimientos y películas comestibles pueden ser considerados envases activos, ya que pueden incorporar en la matriz polimérica aditivos naturales como antimicrobianos, antioxidantes, reafirmantes de la textura, nutrientes o ingredientes bioactivos con el objetivo de incrementar la duración y las características sensoriales, nutricionales y funcionales de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas.

Se preparó la formulación de la película comestible; en 100 mL de solución, 1.5% de goma guar (GG), 30% de glicerol (Gly), 0.5 % sorbato de potasio y aceite de oliva (AO) a 5, 10, 15, y 20%. En una parrilla de calentamiento en agitación (400 rpm) se colocaron 100 mL de H₂O destilada a una temperatura 30-40°C posteriormente se agregó el glicerol 30% y el aceite de oliva a las diferentes concentraciones 5, 10, 15, y 20%, se mantiene en agitación hasta disolver visiblemente el aceite, se dejó enfriar hasta 20-25°C. Se colocó nuevamente en agitación sin calentamiento y se adicionó la goma guar al (1.5%) se mantiene en agitación hasta observar la disolución completa, homogénea y sin grumos de todos los componentes.

Palabras clave: recubrimientos comestibles, goma guar, glicerol, sorbato de potasio, aceite de oliva.

INTRODUCCION

El creciente interés por el desarrollo de películas y cubiertas comestibles para incrementar la conservación de alimentos se debe fundamentalmente a las exigencias, cada vez mayores, de reducir el impacto en la contaminación ambiental que se ha producido con el incremento de desechos generados por el uso de envases y plásticos de origen sintético o no biodegradables para el empaque y distribución de alimentos (Flores y col., 2007).

La alternativa más viable para solucionar esta problemática, la constituye el desarrollo de materiales biodegradables con propiedades funcionales como empaque y que ofrezcan costos competitivos a los materiales de empaque plásticos actuales.

Los retos técnicos involucrados en producir alimentos y conservarlos con calidad estable, indican que el uso de este tipo de recubrimientos y películas será mayor de lo que actualmente es.

Sin embargo, a pesar de que la información técnica disponible para la elaboración de películas comestibles es amplia, no es universal para todos los productos, lo que implica un reto para el desarrollo de recubrimientos y películas específicas para cada alimento.

En el caso particular de frutas y hortalizas para consumo en fresco, los recubrimientos comestibles proporcionan una cubierta protectora adicional cuyo impacto tecnológico es equivalente al de una atmósfera modificada, por lo tanto representan una alternativa a este tipo de almacenamiento (Park, 1999).

Según la Food and Drug Administration de EEUU (FDA, 2006), los recubrimientos comestibles son aquellos formados a partir de formulaciones que contengan aditivos permitidos para su uso alimentario.

Los recubrimientos comestibles pueden ser elaborados a partir de diferentes polímeros alimenticios.

Los recubrimientos comestibles son usados como cubiertas de alimentos o como parte de los componentes de un empaque sintético, presentando propiedades adecuadas como barreras al paso de la humedad, oxígeno (entre otros gases) y de contaminación externa (Krochta *et al*; 1994).

Las películas de polisacáridos pueden emplearse para extender la vida de anaquel de frutas, hortalizas, productos marinos o de carne, reduciendo su deshidratación, rancidez, oxidación y oscurecimiento superficiales (Bosques *et al*; 2000).

Las películas comestibles han sido desarrolladas con el fin de extender la vida útil de los alimenticios.

La formación de las películas comestibles está basada en la presencia de polisacáridos, proteínas y lípidos. Estas películas deben estar completamente neutras con respecto al color, olor del alimento y al tacto, también pueden usarse como portadoras de agentes antimicrobianos, antioxidantes o nutrientes tales como vitaminas y minerales (Fama *et al*; 2003)

En general, las películas a base de proteínas son barreras excelentes al oxígeno, dióxido de carbono y a algunos aromas. Sin embargo,

Las propiedades de las películas comestibles no son tan buenas. Aunque las películas hechas a base de carbohidratos presentan buenas propiedades mecánicas y a demás son barreras eficientes contra compuestos de baja polaridad, dichas películas ofrecen una buena barrera contra la humedad (Oregel *et al*; 2013).

1 Objetivos

1.1 Objetivo general:

Formular y evaluar las características ópticas, de solubilidad y permeabilidad al vapor de agua en las películas a base de goma guar y aceite de oliva.

1.2 Objetivos específicos:

- ❖ Desarrollar las formulaciones de la película utilizando 5, 10, 15 y 20 % de aceite de oliva, 30 % de plastificante (glicerol), 0.5 % de sorbato de potasio y 1.5 % de goma guar.
- ❖ Analizar color, porcentaje de humedad, porcentaje de solubilidad, densidad, grosor y permeabilidad al vapor de agua a 75, 85 y 100% de humedad relativa de cada formulación.

Hipótesis:

La formulación de un recubrimiento comestible elaborado a partir de goma guar y aceite de oliva puede ser una alternativa para alargar la vida de anaquel y mantener características de calidad de los alimentos.

JUSTIFICACION

Debido a la demanda de productos alimenticios y conservar sus propiedades organolépticas el humano se ha visto en la necesidad de implementar métodos que sean más efectivos y que brinden mejor conservación y calidad en los alimentos.

La aplicación de recubrimientos comestibles puede ser una tecnología prometedora para la conservación de los alimentos durante el procesado y almacenamiento.

Sin embargo, a pesar de que la información técnica disponible para la elaboración de películas comestibles es amplia, no es universal para todos los productos, lo que implica un reto para el desarrollo de recubrimientos y películas específicas para cada alimento.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 Películas comestibles

2.1.1 Definición

Las películas comestibles se definen como una o varias capas de un material que pueden ser consumidas por los seres vivos y que a la vez pueda actuar como una barrera a la transferencia de agua, gases y sólidos de alimentos (Guilbert, 1986; Krochta *et al.*, (1994).

Una película comestible (PC) es una matriz preformada, delgada, que posteriormente será utilizada en forma de recubrimiento del alimento o estará ubicada entre los componentes del mismo. Dichas soluciones formadoras de PC o RC pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos (Krochta *et al.*, 1994).

Un recubrimiento comestible (RC) se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento (García-Ramos *et al.*, 2010).

Al igual que los RC, las PC poseen propiedades mecánicas, generan efecto barrera frente al transporte de gases, y pueden adquirir diversas propiedades funcionales dependiendo de las características de las sustancias encapsuladas y formadoras de dichas matrices (Vasconez *et al.*, 2009).

La utilización de películas comestibles sobre productos alimenticios no es un tratamiento innovador, ya que se realiza desde hace años, con los objetivos de aumentar el tiempo de almacenamiento y mejorar el aspecto de muchos alimentos. Como ejemplo se puede mencionar el empleo de cera para retrasar la deshidratación de los cítricos que se realiza en China desde los siglos XII y XIII. Actualmente el uso de películas comestibles se ha extendido a muchos alimentos: productos cárnicos, pescados y carne aviar tanto frescos como congelados, frutas y hortalizas enteras o en trozos, quesos, platos preparados entre otros. Esto se debe al desarrollo de formulaciones innovadoras respecto a los biopolímeros utilizados para su composición. Según el tipo de biopolímeros (proteínas, polisacáridos, lípidos) que componga la PC o RC sus características y funciones serán diferentes, ya que están ligadas a la composición química y estructural del mencionado biopolímero. Dichas funciones están asociadas a la conservación de la calidad de los alimentos sobre los cuales se aplica y consisten principalmente en servir como barrera en la transferencia de distintas sustancias, desde el alimento hacia el exterior y viceversa. En la figura 1 se muestran las transferencias de los rayos UV que son controladas por barreras comestibles.

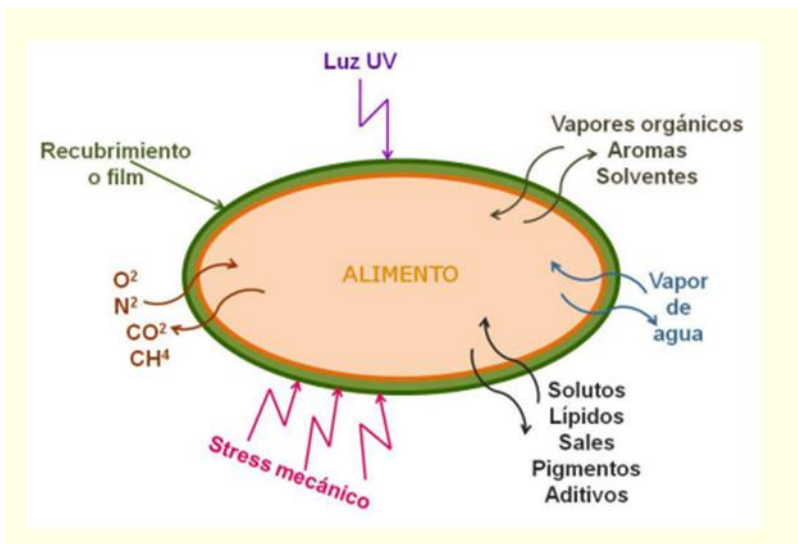


Fig. #1 Transferencias que pueden ser controladas por barreras comestibles (adaptado de Dbeaufort y Voilley, 2009).

Una funcionalidad importante de los recubrimientos y películas comestibles es su Habilidad para incorporar ingredientes activos, ya que pueden servir como soporte de aditivos capaces de conservar y mejorar la calidad del producto. Es posible utilizarlos, por ejemplo, en frutas frescas cortadas para mejorar su calidad y vida útil con la incorporación de antioxidantes, antimicrobianos, mejoradores de textura. Asimismo se pueden utilizar como alternativa a la aplicación de antimicrobianos por el método de inmersión, técnica que provocaba difusión de los agentes antimicrobianos hacia el interior del producto causando pérdida de efectividad de dichos agentes por no alcanzarse la concentración mínima necesaria para la inhibición del desarrollo de microorganismos. En la figura 2 se muestra el recubrimiento comestible como transportador de principios activos en frutas (Vásquez *et al.*, 2009).

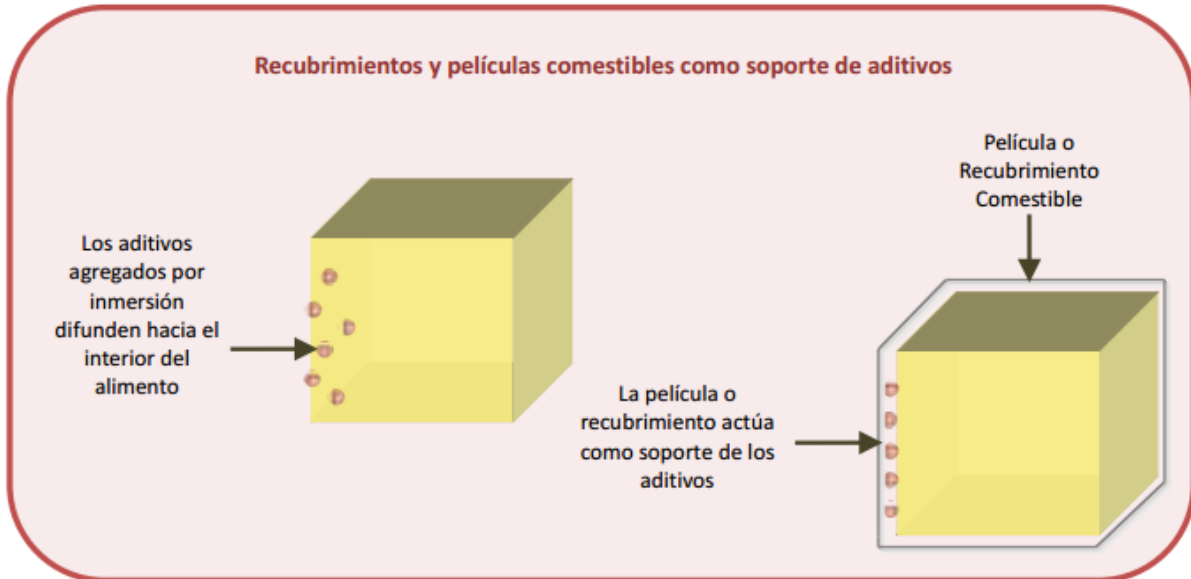


Fig. #2. Recubrimientos comestibles como portadores de principios activos para las frutas frescas cortadas (M. Alejandra rojas-Robert soliva)

2.2 Goma Guar

La goma se deriva del endospermo molido de la planta de guar, *Cyamopsis tetragonolobus*, de la familia de las leguminosas.

La planta es cultivada comercialmente en India y Pakistán para el consumo humano y animal.

También es cultivada en el semiárido sudoeste de los Estados Unidos. El tiempo de cultivo es de aproximadamente 20 a 25 semanas. La planta de guar es una leguminosa que lleva una vaina, fijador del nitrógeno, es robusta y resistente a sequedad y crece con tallos de 1 a 2 m de altura (Viña *et al.* 2007)

Las vainas de la semilla tienen aproximadamente 15 cm de largo y contienen seis a nueve semillas de aproximadamente 2 a 3 mm en el diámetro. Aproximadamente 14 a 16% de la semilla son la cáscara, 38 a 45% representan el endospermo y 40 a 46% el germen (Viña *et al.* 2007)

La goma guar es un carbohidrato polimerizado comestible, útil como agente espesante con agua y como reactivo de adsorción y ligador de hidrógeno con superficies minerales y celulósicas. Se han extendido sus aplicaciones con reactivos no-iónicos, aniónicos y catiónicos por medio de la formación de éteres. Últimamente, los derivados de goma guar han ocupado una importante fracción de la producción total de guar (Ribeiro *et al.* 2007)

2.2.1 Características físicas de la Goma Guar

La goma guar es un polvo blanco a blanco-amarillento, casi sin olor y sin sabor. Las calidades técnicas son ligeramente más oscuras en el color. Los tamaños de la malla fácilmente disponibles son de 40 a 300 milimicrones (Glicksman, Inc New York, 1980).

2.2.2 Solubilidad

La goma guar se dispersa e hidrata casi completamente en agua frío o caliente, formando soluciones muy viscosas. Es insoluble en solventes orgánicos (Glicksman, 1986).

2.2.3 Viscosidad

La viscosidad de dispersiones o soluciones de la goma guar depende de temperatura, tiempo, concentración, pH, velocidad de agitación y tamaño de la partícula del polvo.

En agua fría la viscosidad máxima se logra en 1 a 4 horas. El polvo más fino de goma guar se hidrata más rápido que los polvos gruesos. Para uso en alimentos la viscosidad de una solución al 1% varía de 2000 a más de 5000 cps (Glicksman, 1986).

2.3 Características químicas de la Goma Guar

La goma guar, como la goma de algarrobo, es un polisacárido que tiene una cadena recta de D-mannopyranosa unidos por B-(1->4) juntas con bifurcaciones laterales de unidades solas de D-galactopyranosa y unida las otras unidades de manosa por juntas de (1->6). El peso molecular de este galactomano es 220, +/- un 10%. La bifurcación lateral mayor de las moléculas de goma guar causa su mejor hidratación en agua fría, así como una mayor actividad en la fijación de hidrógeno. En promedio, la goma guar contiene 80% galactomannan, 12% agua, 5% proteína, 2% residuo insoluble en ácidos o fibra cruda, 0,7% ceniza, 0,7% grasa, un rastro de metales pesados, cero arsénico, y cero plomo, aproximadamente (Quimipal S.A.S., 1996).

2.3.1 pH

El pH de una solución al 1% de goma guar está entre 5,0 y 7,0. Las soluciones de goma guar tienen una acción de buffer y son muy estables a pH de 4 a 10,5. El método preferido para preparar una solución con un pH muy bajo o muy alto es preparar una solución con un pH de 8 y entonces ajustar el pH a tan alto como mayor de pH 11 o a tan bajo como pH 1. La hidratación más rápida ocurre entre el pH 7,5 y 9 (Quimipal S.A.S., 1996).

2.3.2 Compatibilidad

La goma guar es un polímero no iónico compatible con la mayoría de otros hidrocoloides vegetales como tragacanto, karaya, arábica, el agar, alginatos, carragenatos, goma de algarrobo, pectina, metilcellulosa y carboxy-metilcellulosa. La goma guar también es compatible con casi todos los almidones químicamente modificados, almidones crudos, celulosas modificadas, polímeros sintéticos, y proteínas solubles en agua. Algunas sales multivalentes y solventes miscibles en agua alteran la hidratación y la viscosidad de soluciones de goma guar y producen geles. El ion del borato inhibirá la hidratación de goma guar (Quimipal S.A.S., 1996).

2.3.3 Formación de Gel

. La formación y fuerza de estos geles dependen del pH, temperatura y concentraciones de los reactivos. La transformación de la solución en gel es reversible ajustando el pH debajo de 7 o calentando. La nueva solución tendrá la misma viscosidad como la solución original (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4 Usos y aplicaciones de la Goma Guar

2.4.1 Alimentos

La característica de goma guar como fijador de agua la hace ideal como agente de hidratación rápida en la formación de soluciones coloidales viscosas. Es versátil como espesante o modificador de viscosidad. La goma guar se usa en los estabilizadores de helado, sobre todo a temperatura alta, en procesos de tiempo corto donde las condiciones requieren 80 ° C durante 20 a 30 segundos. Se usa en una variedad de productos de queso suaves, en quesos crema procesados y pasteurizados y en la producción para aumentar el rendimiento de sólidos de la cuajada. Produce cuajadas suaves, compactas y de textura excelente (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4.2 Productos de panadería

La goma guar, cuando es agregada a diferentes tipos de masas durante el amasado, aumenta el rendimiento, da mayor elasticidad y produce una textura más suave, vida de estante más larga y mejores propiedades de manejo. En pasteles y masas de bizcocho, la goma guar produce un producto más suave que se saca fácilmente de los moldes y se rebana fácilmente sin desmenuzarse (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4.3 Carne

La goma guar actúa como un aglutinante y lubricante en la fabricación de una variedad de productos de carne como salchichas, productos de carne llenados y comida animal en latada (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4.4 Bebidas

La goma guar es útil en bebidas de fruta y bebidas dietéticas sin azúcar. Se usa para estabilizar jarabes de chocolate y mezclas de chocolate en polvo. Néctares de frutas que consisten de puré de fruta, jugo de fruta, azúcar, ácido ascórbico y ácido cítrico obtienen una textura buena y una viscosidad estable mediante la adición de 0.2 a 0.8% goma guar (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4.5 Aderezos y salsas

La propiedad para espesar de la goma guar se usa para mantener la estabilidad y apariencia de aderezos, salsas de encurtidos, aderezos condimentados y salsas de barbacoa (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4.6 Productos farmacéuticos y cosméticos

La goma guar se usa como un depresor del apetito y como desintegrador y agente aglutinador en tabletas comprimidas. También se usa para espesar diferentes cosméticos como lociones y cremas (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4.7 Industria del papel

La industria del papel es uno de los mayores usos de la goma guar. En este segmento se le utiliza como agente retenedor de humedad en los procesos de manufactura de papel, confiriéndole características especiales. También se usa como corrector de irregularidades en las prensas y calandras (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4.8 Industria minera

La goma guar se usa como floculante en el proceso de separación de líquidos de sólidos por medio de filtración, sedimentación y clarificación. También acelera la sedimentación de lodos suspendidos y facilita su remoción. Se usa como depresor de talco en operaciones de minería (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4.9 Industria del tabaco

La goma guar se usa como aglutinante de tabaco fragmentado en la producción de hojas de tabaco reconstituidas. Estas hojas flexibles, con la fuerza y espesor de

una hoja de tabaco, retienen las características de sabor y aroma del tabaco y se mezclan con hojas de tabaco. Las hojas son formadas pasando una mezcla húmeda de goma guar, el humectante y el polvo de tabaco entre rodillos de acero, que giran a velocidades periféricas diferentes, permitiendo la reincorporación de partículas que originalmente no podían ser utilizadas (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4.10 Industria textil

Los derivados de goma guar se usan en los procesos de impresión por rodillo o de silk screen, así como en agentes de acabados. Estos derivados también se usan como espesativos de pastas de impresión (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4.11 Tratamiento de agua

La goma guar ha sido aprobada para su uso en el tratamiento de agua potable, junto con otros coagulantes como alumbre (potasio de sulfato aluminio) hierro (III) sulfato y cal (óxido de calcio). La goma guar aumenta el tamaño de los flóculos formados por el coagulante, incrementando la sedimentación de impurezas sólidas, reduciendo el paso de sólidos a los filtros y el tiempo entre retro-lavados. En aguas industriales, goma guar forma flóculos con arcilla, sílice, carbonatos e hidróxidos cuando es usado solo o junto con coagulantes inorgánicos (Quimipal S.A.S., 1996).

2.4.12 Perforación petrolera

La goma guar se usa para controlar el flujo de agua y como un coloide protector en lodos de perforación de pozos petroleros. También se usa en la fractura de ácidos para aumentar el flujo de petróleo (Quimipal S.A.S., 1996).

2.5 Aceite de oliva

En las últimas décadas del siglo pasado, diversos estudios han comprobado las cualidades nutricionales del aceite de oliva y han confirmado que su consumo influye positivamente en la prevención de la aterosclerosis, protegiendo así frente a las enfermedades cardiovasculares. Pero esta es tan solo una de las numerosas virtudes del llamado oro líquido es (Civantos et al., 1992; Humanes y Civantos, 1993).

2.5.1 Propiedades del aceite de oliva

El aceite de oliva es un alimento rico en vitamina K ya que 100 g. de este alimento contienen 49,60 ug. de vitamina K, este alimento también tiene una alta cantidad de vitamina E. La cantidad de vitamina E que tiene es de 5,10 mg por cada 100 g. El aceite de oliva se encuentra entre los alimentos bajos en sodio ya que este alimento no contiene sodio. Entre las propiedades nutricionales del aceite de oliva cabe destacar que tiene los siguientes nutrientes: 0,40 mg. de hierro, trazas de proteínas, 0 mg. de calcio, 0 g. de fibra, 0 mg. de yodo, trazas de zinc, 0 g. de carbohidratos, 0 mg. de magnesio, 0 ug. de vitamina A, trazas de vitamina B1, trazas de vitamina B2, 0 mg. de vitamina B3, trazas de vitamina B5, trazas de vitamina B6, 0 ug. de vitamina B7, 0 ug. de vitamina B9, 0 ug. de vitamina B12, 0 mg. de vitamina C, 0 ug. de vitamina D, 0 mg. de fósforo, 899 kcal. de calorías, 0 mg. de colesterol, 99,90 g. de grasa, 0 g. de azúcar y 0 mg. de purinas. Por no contener sodio, tomar el aceite de oliva es beneficioso para personas con hipertensión o que tengan exceso de colesterol (Rotundo et al., 1993; Dettori y Russo, 1993; Inglese et al., 1996)

2.5.1 Beneficios del aceite de oliva

El aceite de oliva, por su elevada cantidad de vitamina E, es un alimento beneficioso para nuestro sistema circulatorio. Este alimento también tiene propiedades antioxidantes, es beneficioso para la vista y puede ayudar en la prevención de la enfermedad de Parkinson.

El elevado contenido de vitamina K en este alimento hace que tomar el aceite de oliva sea beneficioso para una correcta coagulación de la sangre. Este alimento también es beneficioso para el metabolismo de los huesos (Uceda y Hermoso, 1994).

Debido a su alta cantidad de calorías, este alimento no es recomendable para tomar si quieres mantenerte tu peso o si estás siguiendo una dieta para adelgazar.

A continuación se muestra el resumen de los principales nutrientes del aceite de oliva así como una lista de enlaces a tablas que muestran los detalles de sus propiedades nutricionales del aceite de oliva (cuadro 1). En ellas se incluyen sus

principales nutrientes así como como la proporción de cada uno (cuadro 1) componentes del aceite de oliva.

Cuadro #1. Principales nutrientes del aceite de oliva.

Calorías	899kcl.
aceites	99.90g.
Colesterol	0 mg.
Sodio	0 mg.
Carbohidratos	0 g.
Fibra	0 g.
Azúcares	0 g.
Proteínas	0.00 g.
Vitamina A	0 ug.
Vitamina C	0 mg.
Vitamina B12	0 ug.
Calcio	0 mg.
Hierro	0.10 mg.
Vitamina B3	0 mg.

La cantidad de nutrientes que se muestran en las tablas anteriores, corresponde a 100 gramos de este alimento.

2.6 Glicerol

La palabra glicerol, procede del griego Glykos, que significa dulce. Posee un aspecto de líquido viscoso, no tiene color, pero si un característico olor, además de un sabor dulce.

El glicerol es un compuesto higroscópico, lo que quiere decir que tiene la capacidad de ceder o absorber la humedad presente en el medio ambiente que lo rodea. Es fácilmente soluble en agua, y se descompone en ebullición, en la cual entra a una temperatura de 290°C. Es un compuesto líquido si se encuentra a temperatura ambiente, (a unos 25°C).

El glicerol se encuentra en todos los tipos de aceites, así como en las grasas animales o vegetales, siempre que éstas vayan asociadas a otros ácidos grasos como puede ser, por ejemplo, el oleico, o esteárico.

Aceites como el de palma, o el aceite de coco, poseen una gran cantidad de glicerol, en torno a un 70-80% de ácidos grasos. El glicerol está presente de manera combinada en todas las células de tipo animal y vegetal, formando parte de las membranas de las células a modo de fosfolípidos.

El glicerol utilizado a nivel mundial, hasta el año 1949, procedía de las industrias jaboneras. Hoy en día, alrededor del 70% de su producción, se lleva a cabo en Estados Unidos, procedente de los glicéridos, es decir, procedentes de las grasas

y aceites, siendo de tipo sintético el resto de la producción, como subproducto del propileno (Kerton, Francesca. 2009).

2.6.1 Aplicaciones

La aplicación del glicerol es muy variada. Entre sus usos más frecuentes se encuentran:

La fabricación de productos cosméticos, sobre todo en la industria jabonera.

Dentro del área médica, se usa en las composiciones de medicamentos, a modo de jarabes, cremas, etc.

En temperaturas más altas de los 250°C, en los baños calefactores.

En ciertas maquinarias se utiliza como lubricante.

Es un componente importante en barnices, así como en la industria de pinturas y otros acabados.

2.7 Sorbato de potasio

El Sorbato de Potasio es la sal de potasio del ácido sórbico ampliamente utilizado en alimentos como conservante. El ácido sórbico se encuentra en forma natural en algunos frutos. Comúnmente en la industria alimenticia se utiliza el Sorbato de Potasio ya que este es más soluble en agua que el ácido sórbico. Es un conservante fungicida y bactericida (Cha y Chinnan, 2004).

2.7.1 Usos

El Sorbato es utilizado para la conservación de tapas de empanadas, pasta, pizzas, pizzas congeladas, salsa de tomate, margarina, quesos para untar, rellenos, yogur, jugos, frutas secas, embutidos, vinos etc. Este compuesto no debe ser utilizado en productos en cuya elaboración entra en juego la fermentación, ya que inhibe la acción de las levaduras.

En caso de utilizar combinaciones de Sorbato de potasio con otros conservantes debe tenerse la precaución de no introducir iones de calcio ya que se produce una precipitación. Por lo tanto en la combinaciones con Sorbato de Potasio utilizar Propionato de Sodio y no de Calcio para una optima acción sinérgica.

El Sorbato de Potasio puede ser incorporado directamente a los productos durante su preparación o por tratamiento de superficies (pulverización o sumergido), (Cubero, 2003).

2.7.2 Especificaciones

Las especificaciones del sorbato de potasio se muestran en el (cuadro2).

Cuadro #2: Especificaciones del sorbato de potasio.

Apariencia	EL sorbato de potasio granular posee un color blanco, ligeramente beige, es inodoro e insípido
Estructura	$\text{CH}_3\text{-CH=CHCH=CHCOOK}$
Formula	$\text{C}_6\text{H}_7\text{KO}_2$
Peso molecular	150.22
Punto de fusión	133 ⁰ -135 ⁰ c
Perdida por desecación	No más de 1%
Metales pesados(pb)	No más de 10 mg/kg
Arsenio (As)	No más de 3 mg/kg
Aldehído	No más de 0.1%
Plomo	No más de 5 mg/kg
Mercurio	No más de 1 mg/kg
Pureza	99-102.0%

CAPITULO III

3.1 METODOLOGIA

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

3.1.1 Etapa experimental I.

Elaboración y caracterización de una película comestible a base de goma guar y aceite de oliva.

3.1.2 Preparación de la formulación

Se preparó la formulación de la película comestible; en 100 mL de solución, 1.5% de goma guar (GG), 30% de glicerol (Gly) y aceite de oliva (AO) a 5, 10, 15, y 20%. En una parrilla de calentamiento en agitación (400 rpm) se colocaron 100 mL de H₂O destilada a una temperatura 30-40°C posteriormente se agregó el glicerol 30% y el aceite de oliva a las diferentes concentraciones; 5, 10, 15, y 20%, la solución se mantuvo en agitación hasta disolver visiblemente el aceite, se dejó enfriar hasta una temperatura de 20-25°C. Se colocó nuevamente en agitación sin calentamiento y se adiciono la goma guar 1.5% se mantuvo en agitación hasta observar la disolución completa, homogénea y sin grumos de todos los componentes. En la figura #3 se muestra la formulación de la película comestible.



Fig. #3. Formulación de la película comestible.

Se establecieron cuatro formulaciones para la caracterización de las películas comestibles (cuadro # 3).

Cuadro #3. Formulación de la película comestible.

Formulaciones en (%)				
Componentes	A	B	C	D
Goma Guar	1.50	1.50	1.50	1.50
Glicerol	30.00	30.00	30.00	30.00
Aceite de oliva	5.00	10.00	15.00	10.00
Sorbato de potasio	0.5	0.5	0.5	0.5

3.1.3 Formación de la película

Se colocaron 20 ml de la solución preparada en cajas Petri de plástico de 10 cm de diámetro. En seguida las películas fueron secadas en una estufa de secado a 55-60°C durante 4-5 horas aproximadamente. Una vez secadas las películas, fueron colocadas sobre charolas de plástico y almacenadas en un lugar seco, hasta su posterior caracterización.

3.2 Caracterización de las películas comestibles

Para evaluar las propiedades de las películas obtenidas se consideró su caracterización en base a los siguientes parámetros; color, espesor, humedad y solubilidad.

3.2.1 Espesor

El espesor de las películas se midió mediante un micrómetro digital (Mitutoyo, Japón). Las lecturas se hicieron en cinco diferentes puntos de las películas y fue considerado el valor promedio.

3.2.2 Contenido de humedad

El contenido de humedad (CH) de cada muestra se determinó de acuerdo al método reportado por Mei y Shao (2003). Las películas fueron cortadas en cuadros de 2 cm por 2 cm, posteriormente estas piezas fueron colocadas en recipientes de aluminio previamente pesadas a peso contante. Los recipientes de aluminio junto con los cortes se pesaron y se metieron en un horno (Quincy Lab Inc., Chicago, Illions, U.S.A) a 100°C durante 24 horas. Transcurrido este tiempo las muestras se pusieron en un desecador que consecutivamente se pesaron en un balanza analítica (Adventurer Ohaus Corp., Pine Brook, New Jersey, U.S.A.)

con una exactitud de 0.0001g. El CH se determinó empleando la ecuación 1, como porcentaje considerando el peso inicial de la película antes de la deshidratación y el peso después de la deshidratación.

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(\text{peso seco inicial} - \text{peso seco final})}{(\text{peso seco inicial})} \times 100 \text{ Ec. \#1}$$

3.2.3 Medición de solubilidad

En base a la metodología propuesta por Romero Bastida et al., (2005) y utilizando las muestras de determinación de humedad. Se tomaron los cortes de cada muestra, tomando dos repeticiones para cada una. Se colocaron en un vaso de precipitado de 250 mL con 60 mL de agua destilada con una agitación constante a 25°C y 400 rpm durante 10 minutos. Utilizando papel filtro se vaciaron por medio de un embudo y después se filtraron. Posteriormente las muestras se secaron con una temperatura de 50°C durante 24 horas hasta peso constante utilizando una balanza digital (Adventurer Ohaus Corp., Pine Brook, New Jersey, U.S.A.) con una exactitud de 0.0001 g. Para calcular los porcentajes de solubilidad se utilizó la siguiente ecuación 2.

$$\text{solubilidad(\%)} = \frac{(\text{peso seco inicial} - \text{peso seco final})}{(\text{peso seco inicial})} \times 100 \text{ Ec.\#2}$$

3.3 Adición del antimicrobiano

Se adiciono el antimicrobiano (sorbato de potasio) con una concentración de 0.5g tomado como base lo previamente reportado por Leyva (2012).

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis de resultados

La parte experimental se realizó en el laboratorio de Alimentos I del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

El diseño del experimento fue en completamente al azar. Los resultados obtenidos se analizaron con el paquete estadístico JMP versión 5.0.1 aplicando un análisis de varianza y en caso de existir diferencia significativa se realizó la prueba de Tukey para comparación de medias.

4.1.1 COLOR

En estudios realizados por Rao *et al.*, 2010 en películas comestibles con quitosano goma guar se observó que al aumentar la goma guar había una disminución significativamente en los valores de b, en comparación con las películas elaboradas a base de quitosano plastificadas con glicerol y sorbitol los valores de b resultaron significativamente iguales y para las películas con sorbitol hubo diferencia significativa, pero el aumento de este plastificante también hubo un aumento en el valor b, lo cual al obtener estos datos no concuerda con los datos que obtuvieron Rao *et al.*, 2010 esto puede deberse al tipo de plastificante como antes, ya que en este caso se utilizó el aceite de oliva y las variaciones de concentración utilizadas fueron de 5,10,15, 20 %.

No hubo diferencias significativas a una $p > 0.05$ entre las muestras en los parámetros de color L y a, y sí hubo diferencia significativa en el parámetro “b” de color debido a las diferentes concentraciones (cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados concentrados del análisis de color mediante análisis de varianza.

Tratamiento	Parámetros de color evaluados		
	L	A	B
A	83.99a	0.28 ^a	2.37b
B	84.13a	0.38 ^a	1.97b
C	83.64a	0.34 ^a	3.31a
D	84.19a	0.37 ^a	2.47b

Los valores son las medias y \pm DS de tres repeticiones realizadas por triplicado. Las letras iguales en la misma indican que no hubo diferencias significativas estadísticamente ($P < 0.05$).

4.1.2 GROSOR.

A continuación se muestra el (cuadro 5) con los resultados obtenidos durante las pruebas realizadas de caracterización de las películas comestibles y los valores que se evaluaron.

Cuadro 5. Resultados del grosor, % humedad, % solubilidad, opacidad y transmitancia.

Tratamiento	Parámetros evaluados				
	Grosor	% Humedad	%Solubilidad	Opacidad	Transmitancia
A	0.1033a	13.92a	97.84a	0.0171a	17.76b
B	0.0995a	80.95a	96.60a	0.0178a	18.87a
C	0.1236a	33.81a	97.65a	0.2169a	15.13c
D	0.1229a	59.71a	83.08a	0.0192a	15.10c

Los valores son las medias y \pm DS de tres repeticiones realizadas por triplicado. Las letras iguales en la misma indican que no hubo diferencias significativas estadísticamente ($P < 0.05$).

Lazard *et al.*, (1998) mencionan que para una película resistente generalmente es necesario una película con un grosor mínimo de 0.10mm aproximadamente. Pueden usarse también películas más finas sobre superficies de alimentos y entre componentes de alimentos en que no se requiere una película resistente. Incluso con un grosor menor de 0.10mm la película es una barrera temporal eficaz contra la transferencia de agua y los valores que obtuvimos oscilaron entre 0.0995 a 0.1236mm.

Con lo que nos lleva a proponer que las películas que formamos están dentro de lo que sugieren otros autores para que sean utilizadas como barreras eficaces en alimentos (cuadro 5). Dados los resultados no hubo diferencias significativas a una $p > 0.05$ entre las muestras en los parámetros de grosor (cuadro 5).

4.1.3 PORCENTAJE DE HUMEDAD

García (2008), menciona que las películas plastificadas con glicerol tienen un mayor contenido de humedad en comparación con películas no plastificadas, esto debido a su actividad hidrofílica. En estudios realizados por Shaw *et al.*, 2002 trabajando con estos tres plastificantes reportaron que en aumentos de contenido de glicerol condujo al aumento de humedad de las películas, pero que no hubo ningún cambio significativo en el contenido de humedad con películas de xilitol o sorbitol. Los resultados que se obtuvieron en esta investigación concuerdan con estos autores, ya que las películas con un 10% de aceite de oliva presentaron el mayor contenido de humedad y las más bajas, las películas con un 5% de concentración de aceite de oliva (cuadro 5). El contenido de humedad resulta ser un factor importante debido al efecto anti-plastificante de los polímeros que influye

en las interacciones polímero-polímero y consecuentemente en las propiedades fisicoquímicas y funcionales de las películas durante el procesamiento y almacenamiento (Zamudio, 2008).

4.1.4 Porcentaje de Solubilidad

La solubilidad para la películas es un factor importante para evaluar su degradabilidad debido a que mayor solubilidad los polímeros son más susceptibles a la degradación. Sin embargo en otros casos la solubilidad al agua puede ser una ventaja para algunas aplicaciones como en películas comestibles y de envolturas de dulces que se disuelven mientras están en la boca, mientras que en algunas aplicaciones pueden requerir que la películas presenten una cierta insolubilidad al agua y que mantenga su integridad estructural como puede ser películas para cubrir frutos y hortalizas, lo cual los resultados que se obtuvieron concuerdan con esto último ya que esto puede ser benéfico para el grado bajo de solubilidad de estas películas elaboradas con 20% , que bien podrían usarse como recubrimientos en frutas y hortalizas (Zamudio, 2008).

Según los resultados demostrados en el (cuadro 5) y en comparación con los resultados obtenidos de (Zamudio, 2008) podemos aseverar que nuestras películas comestibles son aptas para utilizarse como recubrimiento comestible.

4.1.5 OPACIDAD

Arredondo (2012) menciona que la opacidad puede predecir la perceptibilidad de la película comestible por el ojo humano al aplicarla como recubrimiento comestible sobre un alimento, por lo que se vuelve importante determinarla (Shaw *et al.*, 2002), estudios que se realizaron con estos tres plastificantes xilitol, sorbitol y glicerol mencionan que las películas más opacas fueron las de xilitol, y los datos obtenidos en esta investigación no concuerdan con este autor.

De acuerdo a los resultados mencionados por Arredondo (2012), nos indica que no hubo una diferencia en cuanto a las concentraciones solo en la de 15%, ya que fue la más elevada en cuanto opacidad.

4.1.6 TRANSMITANCIA

Los datos obtenidos mediante esta prueba fueron similares en las siguientes concentraciones 15% y 20%, donde hubo una pequeña variación fue en las siguientes concentraciones 5% y 10%, esto pudo deberse a la diferente concentración de aceite de oliva proporcionada en cada muestra, por lo que

podemos demostrar que son aptas para mantener cierta temperatura a la cual pueden ser sometidas

Cuadro 6. Resultados de permeabilidad al vapor de agua a diferentes humedades relativas.

Tratamiento	Permeabilidad al vapor de agua (PVW)		
	100 % HR	85 % HR	75 % HR
A	1.55 ^a	1.77 ^a	1.44 ^a
B	1.59 ^a	1.31 ^a	1.49 ^a
C	1.49 ^a	1.71 ^a	2.60 ^a
D	1.46 ^a	1.57 ^a	2.50 ^a

Los valores son las medias y \pm DS de tres repeticiones realizadas por triplicado. Las letras iguales en la misma indican que no hubo diferencias significativas estadísticamente ($P < 0.05$).

4.1.7 PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA (PVW)

Muscat *et al.*, (2011) realizaron estudios en películas con glicerol y xilitol, lo que ellos concluyeron que a concentraciones elevadas de glicerol los valores de WVP eran también elevados y en cuanto a las películas con xilitol obtuvieron como resultado que aun cuando el intervalo de concentración era bastante amplia los valores de WVP eran casi constantes.

Estos autores mencionan que esto puede deberse a que el glicerol tiene un alto contenido de humedad mientras que las películas con goma guar y aceite de oliva mostraban similitud en las muestras (cuadro 6), esto se debe a la concentración de aceite de oliva utilizada, ya que cumple la función de evitar o al menos disminuir la transferencia al vapor de agua entre el alimento y el medio ambiente.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos de mediante la investigación tenemos las siguientes conclusiones.

- Se logró la formulación y obtención de las películas a base de goma guar y aceite de oliva utilizando 5, 10, 15 y 20 %.
- Se logró la caracterización de las películas comestibles evaluando los parámetros de color, grosor, porcentaje de humedad, porcentaje de solubilidad, permeabilidad al vapor de agua y humedad relativa, mediante la prueba podemos demostrar que no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$).
- Por lo que podemos demostrar que las películas comestibles realizadas con aceite de oliva y goma guar pueden ser aplicadas como barrera antimicrobiana y para alargar la vida de anaquel de los alimentos.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arredondo Ochoa, T. (2012). Tesis maestría. Diseño de empaques comestibles activos a base de almidón modificado para su posible aplicación en alimentos en fresco. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Química. Pp. 47.

Bosquez, E., Vernon, E., Pérez, L., Guerrero, I., (2003). Películas y recubrimientos comestibles para la conservación en fresco de frutas y hortalizas. Industria Alimentaria. Pp. 14-29, Pp.32-36.

Civantos, L., Contreras, R., Grana, R.M (1992). Obtención del aceite de oliva virgen.-Ed. Agrícola Española, S.A.Pp.47.56.

Cubero, N., Monferrer A., Villalta, J., (2003). Aditivos Alimentarios. Colección Tecnología de alimentos. Madrid: A. Madrid Vicente- Mundi - Prensa. Pp.189-207.

Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A. y Voilley, G., (1998), Edible Films and Coatings Tomorrow's Packagings: A Review. Critical Reviews in Food Science, Pp. 299-313.

Famá, L., Rojas, A.M., Goyanes, S. y Gerschenson, L.(2005). Lebensm. Wiss. And Technol.,38: Pp.631-639.

Flores, S. (2007). Estudios básicos y aplicados tendientes al desarrollo de películas comestibles que sean soporte del antimicrobiano sorbato de potasio. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.

Francesca Kerton. Alternative Solvents for Green Chemistry, Universidad Memorial de Terranova , Canadá (2009), Pp.001.

García, M., Ferrero, C., Bértola, N., Martino, M., Zaritzky, N., (2002). Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in ries products. Innovative Food Science and Emerging technology.

García Tejeda, Y. V. (2008). Elaboración de películas de almidón oxidado de plátano (*Musa Paradisiaca*) por Extrusión y su caracterización parcial. Tesis Maestría. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos.

Giannakopoulos, A., Guilbert, S., (1986). Determination of sorbic acid diffusivity in model food gels. J. Food Technol. 21: Pp.339-353.

Guilbert, S., Biquet, B. (1996). Edible films and coatings. En G. Bureau y J.L. Multon, Food packaging technology,. New York: Wiley-VCH Inc. Vol. 1, Pp. 315-353

Glicksman, Martin. Gum Technology in the Food Industry, Academic press,Inc.New York;(1969).

Javier palacio Peláez Quimicos Palacio Enchandia S.A.S.(1996).

Krochta, J., Baldwin, E., Nisperos–Carriedo, M. (1994). Edible coatings and films to improve food quality Technomic Publishing Co., Lancaster, Pa.,USA.

Leyva, R., (2012).Efecto del recubrimiento de goma guar sobre la calidad microbiológica del tomate saladette. Tesis de Licenciatura de la carrera de Ingeniería en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

Muscat, D., Adhikari, B., Adhikari, R. y Chaudhary, D.S. (2011). Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xilitol as plasticizers. Journal of Food Engineering.vol.109.Pp.189-201.

Oregel Zamudio -(2013)... Películas, recubrimientos comestibles, como empaques activos, basada en películas de puré de frutas. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional. Jiquilpan, Michoacán, México. .Pp. 37-39.

Park, H. (1999). Development of advanced edible coatings for fruit. Trends Food Science Technology. Pp. 254 – 260.

Rao, M.S., Kanatt, S.R., Chawla, S.P. y Sharma, A.,(2011). Chitosan and guar composite films: Preparation, physical, mechanical and antimicrobial properties. A Journal Devoted to Scientific and Technological Aspects of Industrially Relevant Polysaccharides. 82 (4): Pp.1244-1245.

Revista Mexicana de Ingeniería Química. 2011. Vol. 10, No. 3.Pp.445-453

Ribeiro, C., Vicente, A., Teixeira, J., and Miranda, C. (2007).Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. Postharvest Biology and Technology 44:Pp.63-70.

Romero-Bastida, C., Zamudio-Flores, P., Bello-Perez, L., (2005). Antimicrobianos en películas de almidón de plátano: efecto sobre la actividad antibacteriana,microestructura, propiedades mecánicas y barrera. Carbohydrate Polymers, 60, Pp.235-244.

Rotundo,A.,Ruggiero,C.,D Antonio,p.(1939).-Effetti dell'irrigazione sullo stato idrico della pianta, sullo sviluppo vegetativo e sulla produzione dell'olivo(CV.coratina). Postharvest Biology and Technology(44).Pp.63 – 70.

Vásconez, M., Flores, S., Campos, C., Alvarado, J., Gerschenson, L. (2009). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan–tapioca starch based edible films and coatings. Food Research International. 42.Pp.762 – 769.

Viña, S. Z., Mudridge, A., García, M. A., Ferreyra R. M., Martino, M. N., Chaves, A. R.,Zaritzky, N. E. (2007). Effects of polyvinylchloride and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts which preserved some of the product quality attributes, such as firmness and color.. Food Chemistry, 103.Pp. 701 – 709.

Zamudio Flores, P. B. (2008). Caracterización estructural de películas elaboradas con almidón modificado de plátano y con quitosano. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos.Pp.17.