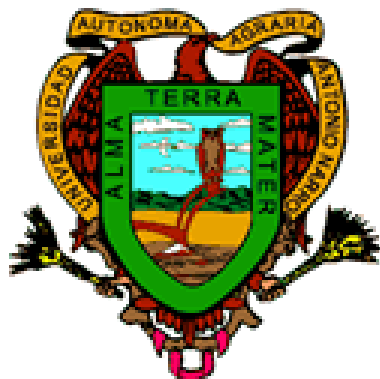


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE  
ALIMENTOS**



**EVALUACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE APLICADO EN  
MELÓN MÍNIMAMENTE PROCESADO**

**POR  
BLANCA ESTELA HERNÁNDEZ GARCÍA**

**TESIS  
Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:  
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Buenvista Saltillo Coahuila, México.**

**Diciembre de 2011.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

POR:

BLANCA ESTELA HERNÁNDEZ GARCÍA

Que somete a consideración del honorable jurado examinador como  
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA



M.C. XOCHITL RUELAS CHACÓN  
PRESIDENTE



DR. JESÚS ALBERTO MELLADO BOSQUE  
VOCAL



DRA. DOLORES GABRIELA MARTÍNEZ VÁZQUEZ  
VOCAL



MC. MILDRED INNA MARCELA FLORES VERASTEGUI  
VOCAL



DR. RAMIRO LÓPEZ TRUJILLO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



## AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**, por estar conmigo en cada instante de mi vida, en las tristezas y alegrías y darme la fuerza necesaria para salir adelante con el fin de culminar con éxito esta meta.

A mi “**ALMA MATER**”. Gracias a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme dado la oportunidad de formarme como persona y profesionalmente, por los maravillosos momentos vividos y darme las bases suficientes para abrirme paso a la vida.

A mis asesores, **M.C. Xochitl Ruelas Chacón**, por haber sido la guía para la realización de la presente investigación por su confianza, cariño, conocimientos y apoyo brindado.

A **M.C. Mildred Inna Marcela Flores Verástegui**, por su apoyo, dedicación y consejos, para el presente trabajo además de su amistad.

A **Dra. Dolores Gabriela Martínez Vázquez**, por sus conocimientos y apoyo brindados.

A **Dr. Jesús Alberto Mellado Bosque**, por su conocimientos y habilidades compartidos.

A mis **Maestros** por haberme emitido sus conocimientos y consejos de la manera más acertada en la trayectoria de mi carrera profesional especialmente a: **Dra. Ma. de Lourdes Morales Caballero**, **Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez**, **Lic. Laura O. Fuentes Lara**, **M.C. María Hernández González**, **Dr. Antonio Aguilera Carbó**, **M. C. Oscar Noé Reboloso Padilla**, e **Ing. Gabino Herrera**.

A mis compañeros y amigos de la generación CXI de Ing. En Ciencia y Tecnología de Alimentos por su cariño y amistad, en especial a Saira Villar, María Elena Arellano, Luz Fuentes, Brenda Vázquez, Laura Ramos, Rosa Elena Olguín, Virginia Moreno, Victoria Moreno, Angélica Velázquez, María Elena Velázquez, Dolores Barranco, Gabriela Ubaldo, César Martínez, Guillermo Vargas, Diego Martínez, Aquiles López, Germán Cuapio, Iván Isaí López, Jesús Inocente, Emilio Ochoa. Gracias por formar parte de los momentos inolvidables, tristes y alegres durante mi carrera profesional y por su confianza, siempre estarán en mi corazón aunque pase mucho tiempo los recordaré con bastante cariño y admiración.

## DEDICATORIAS

### **A MIS PADRES:**

Por su confianza y esfuerzos realizados, por brindarme su apoyo en las derrotas y logros de mi vida que también han sido suyos e inspirados en ustedes. Por haber confiado en mí pese a la distancia, por su gran dedicación y sobre todo por darme la mejor de las herencias. Gracias por estar conmigo siempre. Los amo.

### **A MI MADRE:**

**Eulalia García Hernández;** que es el ser más maravilloso y bueno de todo el universo, gracias por tu cariño, comprensión, consejos y por estar conmigo en cada momento de mi vida, le agradezco a Dios por tenerte como madre ya que me sabes comprender, brindar cariño y amistad. Eres el motor que mueve mi vida, te amo.

### **A MI PADRE:**

**Pedro Hernández Núñez;** que es la persona que más admiro en el mundo, gracias por guiar cada paso de mi vida, por tus consejos y ánimos para salir adelante, esto es lo que ha hecho que sea lo que soy. Gracias por todo tu trabajo, dedicación, comprensión, se que pase lo que pase siempre querrás lo mejor para mí. Te amo papá.

### **A MIS HERMANAS:**

**Melva Ileana (Beba), Alicia,** por ser además de mis hermanas mis amigas, por su apoyo, confianza y cariño, por estar conmigo cuando más las necesito, siempre están en mi corazón, las quiero mucho.

### **A MIS HERMANOS:**

**Guadalupe, Pedro y David,** gracias por todo su apoyo, tanto moral como económico, cariño brindando y sobre todo por formar parte de mi vida. Los quiero bastante.

### **A MIS SOBRINOS:**

**Romina de Jesús, Lesli y Bebecin**, por ser la alegría de la casa y por ser quien une la familia.

### **A MIS CUÑADAS:**

**Ana María, Ibeth y Estafani**, por su confianza y apoyo y por formar parte integral de la familia.

### **A MIS TIAS:**

**Guadalupe Hernández, Cecilia García, Guadalupe García y Juana Hernández**, por su cariño y apoyo. A mi abuelita, **Jovita García**, por su cariño, buenos deseos y apoyo.

### **A MIS AMIG@S DE SIEMPRE:**

**Juana (prima-amiga), Anabel, Gregoria y Paula**, por haber estado siempre conmigo, por contar con su apoyo en cada momento de mi vida y por su cariño. A **José Guadalupe Mendoza**, por su amor, confianza, consejos, comprensión y por ser parte de mi vida. Gracias José.

### **A MIS MAESTROS DE PREPA:**

**Verónica Pérez, Daniel Rodelo y Carlos Duran**, por formar parte de mi formación, por sus consejos y ánimos para salir adelante y sobre todo por su amistad. Gracias.

## INDICE GENERAL

Contenido	Página(s)
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	iii
<b>DEDICATORIAS</b>	v
<b>INDICE GENERAL</b>	vii
<b>INDICE DE CUADROS</b>	xii
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	xiii
<b>RESUMEN</b>	xv
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1. Justificación	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivo específicos	3
1.3. Hipótesis	4
<b>II REVISIÓN DE LITERATURA</b>	5
2.1. Importancia de las frutas mínimamente procesadas	5
2.2. Generalidades del melón ( <i>Cucumis melo, L</i> )	5
2.2.1. Origen del melón	6
2.2.2. Taxonomía del melón	6
2.3. Generalidades de los recubrimientos comestibles	8

2.4. Materiales utilizados en la formulación de recubrimientos aplicados en frutas frescas y mínimamente procesadas	8
2.4.1. Lípidos	9
2.4.2. Hidrocoloides	9
2.4.3. Polisacáridos	9
2.4.4. Proteínas	10
2.5. Técnicas de aplicación de recubrimientos	10
2.5.1. Por inmersión	10
2.5.2. Por aspersión	11
2.5.3. Por frotación	11
2.6. Función de los recubrimientos comestibles	11
2.7. Quitosano	12
2.7.1. Generalidades	12
2.7.2. Obtención	13
2.7.3. Propiedades antimicrobianas	14
2.7.4. El quitosano como recubrimiento	16
2.8. Evaluación sensorial	17
2.8.1. Los jueces	17
2.8.2. Tipos de jueces	18
2.8.3. Juez experto	18



2.8.4. Juez entrenado	18
2.8.5. Juez semientrenado o de laboratorio	18
2.8.6. Juez consumidor	19
2.8.7. Las pruebas sensoriales	19
2.8.7.1. Pruebas afectivas	19
2.8.7.1.1. Prueba de preferencia	19
2.8.7.1.2. Pruebas de medición del grado de satisfacción	20
2.8.7.1.3 Prueba de aceptación	20
2.8.7.2. Pruebas discriminativas	20
2.8.7.3. Pruebas descriptivas	21
<b>III MATERIALES Y METODOS</b>	<b>22</b>
3.1. Materiales	22
3.1.1. Material de laboratorio	22
3.1.2. Material vegetal	23
3.1.3. Equipo utilizado	23
3.1.4. Reactivos	24
3.2. Métodos	24
3.2.1. Preparación del recubrimiento	24
3.2.2. Caracterización del recubrimiento	25
3.2.3. Preparación de la muestra	25

3.2.4. Aplicación del recubrimiento	26
3.2.5. Almacenamiento de la muestra	27
3.2.6. Análisis de las muestras	27
3.2.6.1 Determinación de color	27
3.2.6.2. Determinación de firmeza	28
3.2.6.3. Determinación de humedad	28
3.2.6.4. Determinación de sólidos solubles totales	29
3.2.7.5. Análisis microbiológico	30
3.2.6.6. Evaluación sensorial	30
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>31</b>
4.1. Caracterización del recubrimiento	31
4.2. Análisis físico-químico	32
4.2.1. Análisis de firmeza	32
4.2.2. Análisis de sólidos solubles totales	34
4.2.3. Análisis de humedad	35
4.2.4. Análisis de color	36
4.2.4.1. Luminosidad (L*)	36
4.2.4.2. Cromaticidad (a* Rojo)	37
4.2.4.3. Cromaticidad (b* Amarillo)	38
4.5. Análisis microbiológico (Repetición 2)	39

4.5.1. Hongos y levaduras	40
4.5.2. Bacterias mesofílicas aerobias	41
4.6. Evaluación sensorial	41
<b>V CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES</b>	<b>43</b>
5.1. Conclusión	43
5.2. Recomendaciones	43
<b>VI BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>45</b>
<b>VII ANEXOS</b>	<b>49</b>

<b>INDICE DE CUADROS</b>	Página (s)
<b>Cuadro 1.</b> Taxonomía del melón	7
<b>Cuadro 2.</b> Efecto de diferentes concentraciones de quitosano en el control de varios hongos postcosecha importantes en la producción hortofrutícola	15
<b>Cuadro 3.</b> Efecto del quitosano como inhibidor de colonias de bacterias patógenas en humanos	16
<b>Cuadro 4.</b> Caracterización del recubrimiento	31
<b>Cuadro 5.</b> Resultados de microbiología, (Repetición 2)	40

<b>INDICE DE FIGURAS</b>	Páginas(s)
<b>Figura 1.</b> Técnica de aplicación por inmersión	10
<b>Figura 2.</b> Composición química del quitosano	12
<b>Figura 3.</b> Obtención del quitosano	13
<b>Figura 4.</b> Preparación de la solución	24
<b>Figura 5.</b> Muestras para determinación de firmeza y color	26
<b>Figura 6.</b> Muestras para la terminación de análisis microbiológico y humedad	26
<b>Figura 7.</b> Aplicación de recubrimiento por inmersión	26
<b>Figura 8.</b> Escurrido excesivo del recubrimiento	26
<b>Figura 9.</b> Almacenamiento de las muestra	27
<b>Figura 10.</b> Fotocolorímetro MINOLTA CR-400	28
<b>Figura 11.</b> Diagrama de color L*a*b	28
<b>Figura 12.</b> Penetrómetro FT-327	28
<b>Figura 13.</b> Termobalanza XM-560	29
<b>Figura 14.</b> Refractómetro manual	29
<b>Figura 15.</b> Medias de la variable Firmeza según el recubrimiento y los días transcurridos	33
<b>Figura 16.</b> Variable Sólidos solubles totales respecto a los días transcurridos y el recubrimiento	34
<b>Figura 17.</b> Variable Humedad respecto a los días transcurridos según el recubrimiento	35

<b>Figura 18.</b> Comportamiento de la Luminosidad respecto a los días transcurridos y el recubrimiento	37
<b>Figura 19.</b> Comportamiento del color en el “eje a” respecto a los días transcurridos y el recubrimiento	38
<b>Figura 20.</b> Comportamiento del color en el “eje b” respecto a los días transcurridos y el recubrimiento	39

## RESUMEN

Tradicionalmente los empaques se han utilizado como medios para la contención de alimentos y simple presentación, así como barreras de protección contra el medio ambiente. Sin embargo la demanda del consumidor actual, hacia el consumo de alimentos frescos y mínimamente procesados hace viable el uso de recubrimientos comestibles, con el fin de conservar frutas y hortalizas frescas.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la composición de un recubrimiento comestible a base de quitosano en la estabilización y extensión de vida de anaquel de melón mínimamente procesado.

Las evaluaciones fueron realizadas en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Para el experimento se realizó un análisis de varianza factorial con dos factores, correspondientes al recubrimiento y los días transcurridos para el análisis. Se evaluaron parámetros de calidad como son; color, firmeza, sólidos solubles totales, humedad y crecimiento microbiano. Los trozos de melón se almacenaron en refrigeración durante el trabajo experimental.

La evaluación estadística de los resultados del análisis físico-químico demostró que no hay diferencia significativa entre el uso o no del recubrimiento, sin embargo las observaciones hechas en transcurso del experimento demostraron un menor deterioro en las muestras con el recubrimiento. En los análisis microbiológicos hubo mayor crecimiento en los tratamientos sin recubrimiento a partir de los 10 y 15 días de análisis. Mientras que en la evaluación sensorial los jueces encontraron menor diferencia en lo respecta a color, en textura y sabor si hay diferencia significativa por el resabio y sabor astringente del recubrimiento.

**Palabras clave: empaque, quitosano, recubrimiento, evaluación sensorial.**

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

Los recubrimientos comestibles se definen como una capa delgada de material que puede ser consumida y proporciona una barrera a la humedad, el oxígeno y el movimiento de soluto a través del alimento. Los recubrimientos son producidos exclusivamente a partir de ingredientes renovables, comestibles y por lo tanto se prevé que se degraden más fácilmente que los materiales poliméricos (Taranthan, 2003).

Dentro de los materiales de empaque más utilizados en la industria tenemos el papel, el vidrio y los plásticos. Estos últimos ampliamente utilizados debido a su gama de presentaciones, lamentablemente el uso de envases plásticos ha acarreado un problema grave en cuanto al impacto ambiental que estos generan al ser desechados, principalmente por los largos periodos de descomposición o degradación que presentan y favorecen la acumulación de estos residuos (Bourtoom, 2008). Debido a esta necesidad es como surgen los recubrimientos comestibles los cuales son viables debido a que su fin es de conservación y como barreras antimicrobianas en frutas y hortalizas frescas.

Los recubrimientos a base de polisacáridos tienen propiedades como barrera a los gases y pueden adherirse a superficies de frutas y vegetales. La desventaja al utilizar este tipo de recubrimientos es que las propiedades de barrera a la humedad son muy bajas debido a la naturaleza hidrofílica de las mismas. Se han elaborado películas a partir de celulosa, pectina, almidón, alginatos, quitosano, carragenina y mezclas de gomas. Estos recubrimientos, la mayoría de la veces son fuertes mecánicamente, de color claro, resistentes relativamente al paso del agua y no se ven afectadas por aceites, grasas o solventes orgánicos no polares.



## 1.1. Justificación

El consumo de frutas y hortalizas en la dieta diaria tiene un efecto benéfico para la salud, ya que son ricas en fibra, vitaminas y minerales, además de poseer fitonutrientes que ofrecen protección frente a enfermedades degenerativas, dando lugar a una menor mortalidad y a una mayor expectativa y calidad de vida.

En la actualidad las personas buscan alimentos preparados o de fácil consumo por la falta de tiempo para prepararlos, y una respuesta por parte de la industria alimentaria es la presentación de frutas u hortalizas mínimamente preparadas. Dentro de las frutas que la población mexicana consume durante el día tenemos a la jícama, plátano, manzana, papaya y melón, entre otras, las cuales podrían prepararse para su consumo fácil y accesible en cuestión de tiempo de preparación, contribuyendo a una alimentación saludable.

El melón cantaloupe (*Cucumis melo, L*) es un cultivo comercial importante. Sus características de calidad lo hacen sumamente atractivo al consumidor y permiten su comercialización hacia el mercado de exportación, principalmente hacia los mercados norteamericanos y europeos.

La aplicación de un recubrimiento comestible se empleará como barrera entre la fruta y el medio ambiente para evitar la pérdida de humedad, color, textura e impedir el crecimiento microbiano, proporcionándole una mejor calidad al producto y prolongar su vida de anaquel.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de la composición de un recubrimiento comestible en la estabilización y extensión de vida de anaquel de melón mínimamente procesado.

### **1.2.2. Objetivo específicos**

Analizar y evaluar el efecto del recubrimiento comestible en melón mínimamente procesado en:

- ✓ Color.
- ✓ Textura.
- ✓ Humedad.
- ✓ El crecimiento microbiano y
- ✓ Evaluación sensorial.

### **1.3. Hipótesis**

La vida de anaquel del melón mínimamente procesado se ve afectada positivamente mediante la aplicación de un recubrimiento comestible a base de quitosano.

## **CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Importancia de las frutas mínimamente procesadas**

El consumo de frutas y hortalizas en la dieta diaria tiene un efecto benéfico para la salud, ya que son ricas en fibra, vitaminas y minerales, además de poseer fitonutrientes que ofrecen protección frente a enfermedades degenerativas, dando lugar a una mejor mortalidad y a una mayor expectativa de calidad de vida. La introducción en los mercados de vegetales frescos cortados (VFC) es una forma de incrementar el consumo de frutas y hortalizas hasta los niveles recomendables en una dieta saludable. Así mismo, la fuerte demanda de este tipo de productos listos para consumir, abre un nuevo mercado de dicha industria (Martín et al, 2007).

El melón cantaloupe (*Cucumis melo*, L) es un cultivo comercial importante. Sus características de calidad lo hacen sumamente atractivo al consumidor y permiten su comercialización hacia el mercado de exportación, principalmente hacia los mercados norteamericanos y europeos. El potencial de melones en el mercado mundial supera los 1.6 millones de toneladas con un valor de 711 millones de dólares, siendo los de grupo cantaloupe o de red los de mayor demanda.

Los frutos son bajos en grasa y sodio y altos en nutrientes esenciales como potasio y son una buena fuente importante de fibra dietética. Se caracteriza por estar cubierto con una red altamente uniforme de tejido corchoso; el inicio de la formación de la red se lleva a cabo cuando el fruto tiene entre 30 y 45 días después de la floración dependiendo de las condiciones de crecimiento del cultivar (Pérez et al., 2003).

### **2.2. Generalidades del melón (*Cucumis melo*, L)**

El melón mexicano es una hortaliza que ha mantenido su participación en el mercado internacional por su calidad. Este producto representa una fuerte derrama económica para su manejo, cosecha y empaque. Es uno de los principales productos agropecuarios en el renglón de captación de divisas.

El melón contiene agua en un 90%, fibra dietética, energía, proteína vitaminas y minerales. Se consume fresco en rebanadas, cubos o en cocteles combinado con otras frutas como papaya y sandía, jugos y licuados con leche y en helados. Las principales variedades son las de tipo cantaloupe, conocido como chino, rugoso o reticulado y en menor proporción las de tipo liso, donde destacan la variedad Honey dew conocida como melón amarillo o gota de miel (Gobierno de Veracruz, 2011)

El melón (*Cucumis melo L.*) es uno de los principales cultivos que se explotan en México y en el mundo. En los estados de Coahuila y Durango, se explotan cerca de 6,500 ha de melón, con semilla híbrida la mayoría (Borrego, 2001).

El método más común para aumentar la vida de anaquel del melón es el almacenamiento a bajas temperaturas (aproximadamente 5 °C). Esta condición causa una disminución de la temperatura interna del tejido, provocando cambios en el metabolismo celular (Reyes et al., 2008).

### **2.2.1. Origen del melón**

No existe un criterio homogéneo en lo referente al origen del melón, aunque la mayoría de los autores acepta que el melón tiene un origen africano. Si bien, hay algunos que consideran la India como el centro de domesticación de la especie, ya que es donde mayor variabilidad se encuentra para la misma. Afganistán y China son considerados centros secundarios de diversificación del melón y también en España la diversidad genética es importante (Infoagro, 2011).

### **2.2.2. Taxonomía del melón**

El melón pertenece a la familia de los *Cucurbitaceae*, por lo que presenta las siguientes características (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Taxonomía del melón**

<b>Nombre común</b>	<b>Melón.</b>
<b>Familia</b>	<i>Cucurbitaceae.</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Cucumis melo L.</i>
<b>Planta</b>	Anual herbácea, de aporte rastrero o trepador.
<b>Sistema radicular</b>	Abundante, muy ramificado y de rápido desarrollo.
<b>Tallo principal</b>	Están recubiertos de formaciones pilosas, y presentan nudos en los que se desarrollan hojas, zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas.
<b>Hoja</b>	Ovalada, dividida en 3-7 lóbulos con los márgenes dentados, son vellosas.
<b>Flor</b>	Las flores son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas
<b>Fruto</b>	Su forma es variable (esférica, elíptica, aovada, entre otras); la corteza de color verde, amarillo, anaranjado y blanco, puede ser lisa, reticulada o estriada. La pulpa puede ser blanca, amarilla, cremosa, anaranjada, asalmonada o verdosa.

**Fuente:** Infoagro, 2011.

### **2.3. Generalidades de los recubrimientos comestibles**

Un recubrimiento comestible puede ser definido como una capa delgada de materiales comestibles que se forma sobre la superficie de un alimento, se diferencia de una película en que esta se forma sobre un material inerte, por lo que sus aplicaciones en ocasiones son distintas, los primeros se emplean como sistemas de aumento de vida de anaquel de un determinado producto mientras que las segundas se utilizan como sistemas de empaque independiente (Regalado et al., 2006).

Los recubrimientos comestibles, además, pueden mejorar las propiedades organolépticas de los alimentos y se sabe que pueden aplicarse en las interfaces de las distintas capas de alimentos heterogéneos y ser adaptados para evitar el deterioro a causa de la humedad y migraciones de soluto en alimentos como pizza, empanadas y dulces, también pueden usarse en el control de la tasa de difusión de sustancias conservantes desde la superficie al interior de un alimento en cuestión (Bourtoom, 2008).

Según Baldwin, (1995) las propiedades funcionales, organolépticas, nutricionales y mecánicas de las cubiertas comestibles, pueden ser alteradas por el uso de aditivos, como lo son: plastificantes, emulsificantes, conservadores y surfactantes. Los plastificantes sirven para favorecer la flexibilidad y resistencia; además de que según su estructura, pueden proporcionar propiedades hidrofobias y así actuar como una barrera más eficaz contra la humedad (Guzmán, 2003).

### **2.4. Materiales utilizados en la formulación de recubrimientos aplicados en frutas frescas y mínimamente procesadas**

Los materiales utilizados en la formulación de recubrimientos comestibles son hidrocoloides como proteínas y polisacáridos, lípidos como ceras, acilglicéridos y ácidos grasos y la mezcla de hidrocoloides y lípidos. Plastificantes, emulsionantes, antioxidantes, colorantes, saborizantes y antimicrobianos pueden

ser adicionados en la formulación para mejorar las propiedades mecánicas, o proveer al recubrimiento de cualidades específicas adecuadas a un producto determinado (UDLAP, 2011).

#### **2.4.1. Lípidos**

El recubrimiento con grasa de algunos productos tiene una larga historia en la industria de los alimentos. Una variedad de componentes lipídicos se ha utilizado como cubiertas protectoras, incluyendo las ceras naturales y surfactantes. Debido a la baja polaridad de estas películas la función principal es la de barrera contra el paso de humedad. Las ceras y los lípidos incluyendo, la lecitina, cera de abejas y glicéridos son sumamente usados para el recubrimiento de frutas, pero antes de ser consideradas como películas se consideran como simples cubiertas. Las grasas también son utilizadas para recubrir confitería, pero una de las desventajas es que puede ocurrir rancidez o la superficie se puede poner grasosa (UDLAP, 2011).

#### **2.4.2. Hidrocoloides**

Estas películas poseen buenas propiedades de barrera para el oxígeno, dióxido de carbono y lípidos. Son utilizadas donde el control de la migración de vapor de agua no es el objetivo. La mayoría de estas películas tienen propiedades mecánicas deseables para trabajar con productos frágiles, no aportan sabor y son sensibles al calentamiento. Los hidrocoloides usados para películas pueden ser clasificados de acuerdo a su composición molecular, carga y solubilidad en agua (UDLAP, 2011).

#### **2.4.3. Polisacáridos**

Estas películas tienen propiedades como barrera a los gases y pueden adherirse a superficies de frutas y vegetales. La desventaja al utilizar este tipo de películas es que las propiedades de barrera a la humedad son muy bajas debido a la naturaleza hidrofílica de las mismas. Se han elaborado películas a partir de celulosa, pectina, almidón, alginatos, quitosano, carragenina, gomas y mezclas.



Estas películas, la mayoría de las veces son fuertes, de color claro, resistentes relativamente al paso del agua, no se ven afectadas por aceites, grasas o solventes orgánicos no polares (UDLAP, 2011).

#### **2.4.4. Proteínas**

Las películas de proteínas se adhieren fácilmente a superficies hidrofílicas pero en la mayoría de los casos no son resistentes a la difusión del agua. Las fuentes más comunes son: caseína, zeína, soya, albúmina de huevo, lactoalbúmina, suero de leche, gluten de trigo y colágeno. Otra desventaja de las películas de proteínas es su sensibilidad a los cambios de pH por lo que deben delimitarse a las condiciones óptimas de su formación. Las películas de zeína actúan como barreras a la humedad, pueden restringir el transporte de O<sub>2</sub> y sirven como vehículos para los antioxidantes; las películas de gluten de trigo son buenas barreras al O<sub>2</sub> y al CO<sub>2</sub>, sin embargo tienen alta permeabilidad al agua (UDLAP, 2011).

### **2.5. Técnicas de aplicación del recubrimiento**

Existen tres métodos comunes para la aplicación de las cubiertas comestibles, los cuales se describen brevemente a continuación.

#### **2.5.1. Por inmersión**

Sumergir el alimento o producto por 30 segundos o más en el contenedor del recubrimiento, esto el caso de productos que requiere una capa uniforme en una superficie irregular, la inmersión es la técnica que proporcionara mejores resultados, además que es una de las más utilizadas en recubrimiento de frutas, vegetales y productos cárnicos (García, 2009).



**Figura 1.** Técnica de aplicación por inmersión.

### **2.5.2. Por aspersión**

La aplicación de cubiertas por aspersión es el método convencional usado generalmente en muchos de los casos. Debido a la alta presión, un menor gasto de solución formadora de la cubierta es requerida para obtener recubrimientos uniformes (García, 2009).

### **2.5.3. Por frotación**

El método de la frotación se utiliza aire comprimido (menor de 5 psi o 35 Kpa), esté es aplicado generalmente en líneas de empaque que poseen rodillos en movimiento para lograr una dispersión uniforme. El exceso de cubierta es removido con cepillos colocados por debajo de los rodillos. La cubierta espumosa contiene un poco de agua para facilitar el proceso de secado (García, 2009).

## **2.6. Función de los recubrimientos comestibles**

Según Kester y Fennema (1986) los recubrimientos comestibles tienen la función de retardar de migración de humedad, controlar el transporte de gases (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y etileno), retener componentes volátiles, servir de vehículo de aditivos, mejorar las propiedades mecánicas y de manejo del alimento, además de impartir una mayor integridad a la estructura del mismo (Guzmán, G. 2003).

Dentro de a las principales características de los recubrimientos comestibles se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Buenas cualidades sensoriales
- ✓ Alta eficiencia mecánica y de barrera
- ✓ Suficiente estabilidad bioquímica, fisicoquímica y microbiana
- ✓ No toxicas
- ✓ Tecnología simple
- ✓ No contaminantes
- ✓ Bajos costos de materiales y procesos.

## 2.7. Quitosano

### 2.7.1. Generalidades

El quitosano es un polisacárido que se encuentra en estado natural en las paredes celulares de algunos hongos; sin embargo, su principal fuente de producción es la hidrólisis de la quitina en medio alcalino, usualmente hidróxido de sodio o de potasio, a altas temperaturas. El quitosano fue descubierto por Rouget en 1859, quien encontró que al tratar quitina con una solución caliente de hidróxido de potasio se obtiene un producto soluble en ácidos orgánicos. Esta “quitina modificada”, como él la llamó, se tornaba de color violeta en soluciones diluidas de yoduro y ácido, mientras la quitina era verde. Más tarde, en 1894, fue estudiada por Hoppe-Seyler quién la denominó “quitosano” (también se conoce como quitosana en algunos lugares, chitosan en inglés).

El quitosano es un polisacárido natural obtenido por desacetilación de la quitina, o sea, la pérdida del grupo acetilo del grupo amida del carbono 2 dando lugar a un grupo amino en esa posición, se produce cuando la quitina se somete a la acción de un medio alcalino muy concentrado y a temperaturas superiores a 60°C (Velázquez, 2003).

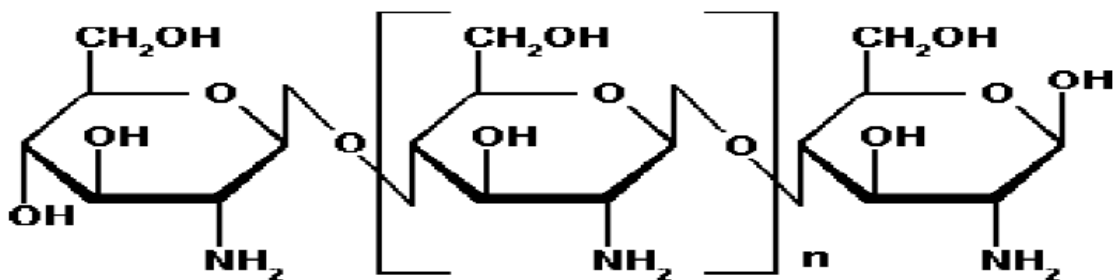


Figura 2. Composición química del quitosano.

## 2.7.2. Obtención

La quitina es el segundo polisacárido más abundante en la naturaleza. El quitosano es su derivado, su principal fuente de producción es a partir de la desacetilación de la quitina en medio alcalino. El quitosano tiene muchas aplicaciones en distintas áreas de investigación, por ejemplo: En la industria farmacéutica, la cosmética, la medicina, la biotecnología, la alimenticia y la agricultura, entre otros. El proceso para la obtención de quitosano a partir de desechos de la industria cangrejera requiere varios procesos como son la desproteínización de las conchas con hidróxido de sodio (NaOH), la desmineralización con Ácido clorhídrico (HCl), la despigmentación o decoloración con etanol, la desacetilación de la quitina con hidróxido de sodio (NaOH) y posterior purificación del quitosano con Ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), como se muestra en Figura 3 (Chávez , 2009).

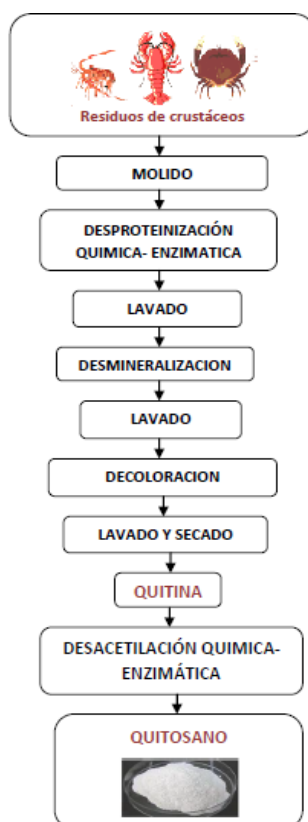


Figura 3. Obtención del quitosano.

### **2.7.3. Propiedades antimicrobianas**

El quitosano es un compuesto que presenta características biofuncionales, por lo que podría ser una alternativa viable para sustituir los métodos de control de microorganismos tradicionales además, puede utilizarse sin problemas para elaborar recubrimientos comestibles (González-Aguilar, 2005). Los recubrimientos con quitosano forman una cubierta en la superficie de los frutos, que actúa como una barrera mecánica para proteger al fruto de infecciones causadas por hongos, ayudando así a disminuir las enfermedades causadas durante el almacenamiento.

Al formular recubrimientos comestibles con quitosano y adicionar a las formulaciones productos como los aceites esenciales, se evita el desarrollo de microorganismos, se prolonga la vida de anaquel de los productos hortofrutícolas, y se mantienen las propiedades sensoriales de éstos (García, 2010).

Los hongos y bacterias son los principales microorganismos que atacan a los productos hortofrutícolas, donde generalmente, en el caso de los hongos (Cuadro 2), éstos no aparecen durante el crecimiento de las plantas, en algunos casos permanecen en estado latente hasta la maduración del producto hortícola y otros se adquieren durante la cosecha, el transporte y/o el manejo del producto. En relación a las bacterias (Cuadro 3), éstas pueden contaminar el producto durante la etapa precosecha principalmente por aguas contaminadas o durante la manipulación de los productos hortofrutícolas (García, 2010).

**Cuadro 2. Efecto de diferentes concentraciones de quitosano en el control de varios hongos postcosecha importantes en la producción hortofrutícola.**

Patógeno	Concentración de quitosano	Resultados	Referencias
<i>Alternaria alternata</i>	2 y 2.5% 6.0 mg mL <sup>-1</sup> 2%	Inhibición de crecimiento micelial	Sánchez et al., 2007 El Ghaout et al., 1992c
<i>Rhizopus stolonifer</i>	2%  2.5 y 3.0% 1.5% 6.0 mg mL <sup>-1</sup>	Baja esporulación y germinación de esporas  Inhibición de crecimiento micelial	Hernández-Lazuardo et al., 2008 Hernández, 2002 Bautista-Baños et al., 2004 El Ghaout et al., 1992c
<i>Colletotrichum gloesporoides</i>	2.5 y 3.0% 3.0% 6.0 mg mL <sup>-1</sup>	Inhibición de crecimiento micelial y de formación de esporas.  Control de crecimiento micelial	Bautista-Baños et al., 2004 El Ghaout et al., 1992c
<i>Fusarium oxysporium</i>	1.5, 2.5 y 3.0%  1.5%	Inhibición de crecimiento micelial.  Baja esporulación y baja germinación de esporas.	Bautista-Baños et al., 2004 El Ghaout et al., 1992c
<i>Botrytis cineria</i>	50.0 mg mL <sup>-1</sup> 6.0 mg mL <sup>-1</sup>	Control del crecimiento de la enfermedad	Ben-Shalom et al., 2003 El Ghaout et al., 1992c
<i>Penicillium digitatum</i>	2.5 y 3.0 %  1.5%	Inhibición de crecimiento micelial.	El Ghaout et al., 1992c Bautista-Baños et al., 2004

(García, 2010).

**Cuadro 3. Efecto del quitosano como inhibidor de colonias de bacterias patógenas en humanos.**

Patógeno	Concentración de quitosano	Resultados	Referencias
<i>Escherichia coli</i>	100 mg L <sup>-1</sup>	Inhibición de la colonia	Nan et al, 2006
	10 mg L <sup>-1</sup>		Lim y Hudson, 2004
	0.0075%		Qi et al., 2004
			Simpson et al., 1997
<i>Listeria monocytogenes</i>	1%	Inhibición de la colonia	Beberly et al., 2008
	1%		Ponce et al., 2008
	1%		Belalia et al., 2008
	2%		Ye et al., 2008
<i>Salmonella typhimurium</i>	1%	Inhibición de la colonia	Belalia et al., 2008
<i>S. enterica</i>	1%	Inhibición de la colonia	Su et al., 2007

(García, 2010).

#### 2.7.4. El quitosano como recubrimiento

Junto con otros elementos, el quitosano se utiliza como recubrimiento para frutas retrasando el envejecimiento, disminuyendo la oxidación, las pérdidas por transpiración y protegiendo frente al ataque de hongos y bacterias.

Su acción como protector de alimentos frente a microorganismos en concentraciones  $\geq$  del 0.02% protegen frente a bacterias, levaduras y hongos. Es interesante para la obtención de alimentos mínimamente procesados y para retrasar la aparición del off-flavor (sabores u olores indeseables) en la carne. En concreto, la acción antimicrobiana la realizan privando a los microorganismos de iones vitales (Cu), bloqueando o destruyendo la membrana, filtrando

constituyentes intracelulares, y formando complejos polielectrolíticos con polímeros ácidos y células de superficie (UDLAP, 2011).

## **2.8. Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria del hombre: desde su infancia y de una forma consciente, acepta o rechaza los alimentos de acuerdo a las sensaciones que experimenta al consumirlos. De esta forma, se establecen unos criterios para la selección de los alimentos, criterios que inciden sobre la faceta de la calidad global del alimento, la calidad sensorial (Ibáñez Moya et al., 2001).

La evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir *sentido*. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea; sus cinco sentidos, los cuales son el medio con los que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea (Anzaldúa-Morales, 1994).

Dentro de las principales características sensoriales de los alimentos destacan: el olor, que es ocasionado por las sustancias volátiles liberadas del producto, las cuales son captadas por el olfato; el color es uno de los atributos visuales más importantes en los alimentos y es la luz reflejada en la superficie de los mismos, la cual es reconocida por la vista; la textura que es una de las características primarias que conforman la calidad sensorial, su definición no es sencilla porque es el resultado de la acción de estímulos de distinta naturaleza (CIAD, 2011).

### **2.8.1. Los jueces**

La selección y entrenamiento de las personas que tomaran parte en pruebas de evaluación sensorial son factores de que depende en gran parte el éxito y la validez de las pruebas. Es necesario determinar, en primer lugar, el número de



jueces que deben participar, y después hay que seleccionarlos, explicarles en forma adecuada como han de seleccionar sus evaluaciones y darles entrenamiento adecuado (Anzaldúa-Morales, 1994).

### **2.8.2. Tipos de jueces**

El número de jueces necesarios para que una prueba sensorial se valide depende del tipo de juez que vaya a ser empleado. Existen cuatro tipos de jueces: el juez experto, el juez entrenado, el juez semientrenado o de laboratorio y el consumidor (Anzaldúa-Morales, 1994).

### **2.8.3. Juez experto**

El juez experto es el caso de los catadores de vino, té, café, quesos, y otros productos, una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento, posee gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento (Anzaldúa-Morales, 1994).

### **2.8.4. Juez entrenado**

Un juez entrenado es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial, y que sabe que es exactamente lo que va a medir en una prueba. Además, suele realizar pruebas sensoriales con cierta periodicidad (Anzaldúa-Morales, 1994).

### **2.8.5. Juez semientrenado o de laboratorio**

Se trata de una personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad, pero generalmente solamente participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escala (Anzaldúa-Morales, 1994).

### **2.8.6. Juez consumidor**

Es una persona que no tienen que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general son personas tomadas al azar, ya sea en la calle, en una tienda o escuela (Anzaldúa-Morales, 1994).

### **2.8.7. Las pruebas sensoriales**

El análisis sensorial de los alimentos se lleva acabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para la que se efectúe. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas afectivas, las pruebas discriminativas y las descriptivas (Anzaldúa-Morales, 1994).

#### **2.8.7.1. Pruebas afectivas**

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y estos son más difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones totalmente personales. Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos: pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación (Anzaldúa-Morales, 1994).

##### **2.8.7.1.1. Prueba de preferencia**

Aquí simplemente se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra. Esta prueba es similar a una prueba discriminatoria de comparación aparente simple, pero con la diferencia de que en una prueba de preferencia no se busca determinar si los jueces pueden distinguir entre dos muestras donde no importa sus gustos personales sino que se quiere evaluar si realmente prefiere determinar la muestra. La prueba es muy sencilla y consiste nada más en pedirle al juez que diga cuál de las muestras prefiere (Anzaldúa-Morales, 1994).

### **2.8.7.1.2. Pruebas de medición del grado de satisfacción**

Cuando se deben evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se desea tener mayor información acerca de un producto, pueden recurrirse a las pruebas de medición del grado de satisfacción. Estas son los intentos para manejar más objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuánto les gusta o les disgusta un alimento (Anzaldúa-Morales, 1994).

### **2.8.7.1.3 Prueba de aceptación**

El que un alimento le guste a alguien no quiere decir que esa persona vaya a querer comprarlo. El deseo de una persona para adquirir un producto es lo que se llama aceptación, y no solo depende de la impresión agradable o desagradable que le juez reciba al probar un alimento sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, de hábitos, entre otros. Sin embargo, el término *prueba de aceptación* es utilizado incorrectamente con mucha frecuencia para referirse a las pruebas de preferencia a las de grado de satisfacción. Las tres pruebas son afectivas, pero la prueba de aceptación abarca a una de las otras dos (Anzaldúa-Morales, 1994).

### **2.8.7.2. Pruebas discriminativas**

Las pruebas discriminativas son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos la magnitud o importancia de esa diferencia (Anzaldúa-Morales, 1994).

Las pruebas discriminativas más comúnmente empleadas son: prueba de comparación apareada simple, prueba triangular, prueba dúo-trío, pruebas de comparaciones apareadas de Scheffé, prueba de comparaciones múltiples y pruebas de ordenamiento (Anzaldúa-Morales, 1994).

### **2.8.7.3. Pruebas descriptivas**

En las pruebas descriptivas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetivamente posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento. Las descriptivas por lo tanto, proporcionan mucho más información acerca del producto que las otras pruebas; sin embargo son las más difíciles de realizar, el entrenamiento de los jueces debe ser más intenso y monitoreado, y la interpretación de los resultados es ligeramente más laboriosa que en los otros tipos de pruebas (Anzaldúa-Morales, 1994).

## **CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS**

La parte experimental del presente trabajo se realizó en el laboratorio del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo Coahuila.

### **3.1. Materiales**

#### **3.1.1. Material utilizado**

- ✓ Agua purificada
- ✓ Algodón
- ✓ Aluminio
- ✓ Bolsas ziploc
- ✓ Cajas Petri desechables
- ✓ Cinta masking tape
- ✓ Cortador de papas en bastón manual, Marca González
- ✓ Escurridores de plástico de 27 cm X 20 cm
- ✓ Espátula
- ✓ Etiquetas
- ✓ Formatos de evaluación
- ✓ Gradilla
- ✓ Incentivos
- ✓ Kleen pack
- ✓ Lapiceros
- ✓ Licuadora de mano
- ✓ Marcador de tinta permanente
- ✓ Matraz 1000mL KIMAX
- ✓ Mecheros de Fisher
- ✓ Micropipeta 100-1000 $\mu$ L ACCUMAX
- ✓ Palillos
- ✓ Papel de estraza
- ✓ Pipetas 10mL KIMAX

- ✓ Pizeta
- ✓ Platos desechables
- ✓ Popotes
- ✓ Puntillas
- ✓ Recipientes para desecho
- ✓ Servilletas de papel
- ✓ Tablas para picar
- ✓ Tenazas de plástico
- ✓ Varillas de vidrio
- ✓ Vasos de precipitado

### **3.1.2. Material vegetal**

- ✓ Melón (*Cucumis melo L.*) adquirido en un centro comercial de la localidad de Saltillo.

### **3.1.3. Equipo utilizado**

- ✓ Autoclave ALLAMERICAN
- ✓ Balanza analítica OHAUS ADVENTURER
- ✓ Barras magnéticas de agitación
- ✓ Contador Q-20 SOL-BAT
- ✓ Estufa de secado Qincy Lab.
- ✓ Fotocolorímetro MINOLTA CR-400
- ✓ Incubadora Blue-M
- ✓ Incubadora RIOSSA
- ✓ Penetrómetro FT-327
- ✓ Picnómetro manual
- ✓ Placas de Agitación magnéticas TALBOYS
- ✓ Potenciómetro HANNA
- ✓ Refractómetro ATAGO
- ✓ Termobalanza Precisa XM-50
- ✓ Refrigerador
- ✓ Viscosímetro BROOKFIELD

### 3.1.4. Reactivos

- ✓ Acido Cítrico monohidratado JALMEX
- ✓ Acido oléico
- ✓ Agar papa dextrosa BD-Bioxon
- ✓ Agar para métodos estándar BD-Bioxon
- ✓ Agua destilada
- ✓ Peptona de Carne BD-Bioxon
- ✓ Quitosano 75% desacetilado C3646-500G SIGMA-life Sciencen
- ✓ Tween 80

### 3.2. Métodos

#### 3.2.1. Preparación del recubrimiento

Se prepararon 100 mL de solución de ácido cítrico al 1.5%, el cual se mantuvo en agitación (400 rpm) durante 5 minutos, una vez transcurrido el tiempo se adicionó 1g de quitosano en polvo y se mantuvo en constante agitación (1000 a 1200 rpm) por 1 hora, una vez pasado el tiempo se agregó ácido oléico al 0.6% y tween 80 al 0.2%. La solución se mantuvo en agitación a 40 °C hasta la completa disolución de todos los componentes durante media hora más (Figura 4).



**Figura 4.** Preparación de la solución.

### 3.2.2. Caracterización del recubrimiento

Una vez preparado se caracterizó en base a las siguientes evaluaciones:

- ✓ **Determinación de densidad;** mediante un picnómetro, en donde a partir de la fórmula de la densidad obtenemos resultados en g/mL.
- ✓ **Contenido de sólidos solubles totales;** se tomaron seis muestras de la solución, de las cuales se colocó una gota de la muestra en el prisma del refractómetro y se observó por el ocular, el valor registrado es en °Brix.
- ✓ **Determinación de color;** se tomó lectura en seis diferentes puntos de la solución con un fotocolorímetro MINOLTA CR-400, obteniendo como resultados los campos L\*a\*b\*.
- ✓ **Determinación de pH;** se obtuvo el potencial de hidrógeno de las muestras usando un potenciómetro HANNA.
- ✓ **Viscosidad;** se determinó la viscosidad de la solución con un viscosímetro BROOKFIELD, a 50 rpm con una temperatura de 25°C. Obteniendo resultados en centipoises (cps).

### 3.2.3. Preparación de la muestra

Se lavó y se eliminó la cáscara del melón, se extrajeron las semillas y se realizaron cortes de diferente tamaño para las determinaciones. Para la determinación de color y firmeza se cortaron trozos de melón de aproximadamente 5 cm<sup>3</sup> (Figura 5). Para el análisis microbiológico y humedad se utilizó un cortador de papa de bastón manual (Figura 6) obteniendo trozos de 2 X 7 cm.





**Figura 5.** Muestras para determinación de firmeza y color.



**Figura 6.** Muestras para la terminación de análisis microbiológico y humedad.

### 3.2.4. Aplicación del recubrimiento

Los trozos de melón se sumergieron en la solución del recubrimiento por 1 minuto, como se muestra en la figura 7, después se colocaron en un escurridor (Figura 8), se mantuvieron media hora a temperatura ambiente y otra media hora en la estufa de secado (40°C).



**Figura 7.** Aplicación de recubrimiento por inmersión.



**Figura 8.** Escurrido del recubrimiento.

### 3.2.5. Almacenamiento de la muestras

Las muestras se almacenaron empacadas en bolsas de polietileno a 4°C (Figura 9), por un período de 15 días. Tomando muestras en el día cero y después cada 5 días.



Figura 9. Almacenamiento de las muestras.

### 3.2.6. Análisis de las muestras

Los análisis se realizaron en el día cero, cinco, diez y quince días de almacenamiento, después de este tiempo las muestras empezaban a deteriorarse.

#### 3.2.6.1. Determinación de color

El color de las muestras se midió mediante un fotocolorímetro MINOLTA CR-400 (Figura 10). Se tomaron lecturas en cinco puntos diferentes del trozo del melón obteniendo como resultado los campos  $L^*a^*b$  los cuales se ubican en el diagrama de cromaticidad. (Figura 11).

L = Luminosidad

a y b = Coordenadas de cromaticidad

a (+) = Indica color rojo

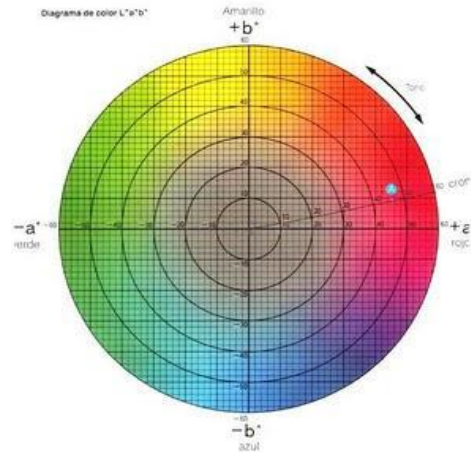
a (-) = Indica color verde

b (+) = Indica color amarillo

b (-) = Indica color azul



**Figura 10.** Fotocolorímetro MINOLTA CR-400.



**Figura 11.** Diagrama de color  $L^*a^*b^*$ .

### 3.2.6.2. Determinación de firmeza

Se utilizó un penetrómetro FT-327 (Figura 12) con una puntilla de 8 milímetros de diámetro, tomando lecturas en cinco puntos diferentes, obteniendo resultados en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ .



**Figura 12.** Penetrómetro FT-327.

### 3.2.6.3. Determinación de humedad

Se empleó una termobalanza marca Precisa XM-50 (Figura 13), en la cual se colocó una muestra de melón de 2 a 3 gramos. Se hicieron cinco repeticiones de cada uno de los tratamientos. Esta termobalanza estaba en método estándar a una temperatura interior de 105 °C, obteniendo lecturas de las muestras a los 10 minutos de corrida.



Figura 13. Termobalanza XM-50.

### 3.2.6.4. Determinación de sólidos solubles totales

Para determinar el contenido de sólidos solubles totales, se colocó una gota de la muestra en el prisma del refractómetro (Figura 14) y se observó por el ocular, el valor registrado es en °Brix. Se tomaron cinco lecturas.



Figura 14. Refractómetro manual.

### **3.2.6.5. Análisis microbiológico**

Los análisis se realizaron a través de las técnicas microbiológicas convencionales de cultivo, en la que se evaluó la carga microbiana de bacterias mesófilas aerobias, hongos y levaduras mediante un método de conteo total en placa.

Se homogenizaron 10 gramos de cada muestra en 90 mililitros de agua peptonada al 0.5%, lo que constituyó la dilución ( $10^{-1}$ ). A partir de esta se realizaron diluciones decimales consecutivas hasta la concentración de ( $10^{-3}$ ).

Para hongos y levaduras se realizaron siembras de las diluciones de  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  en agar papa dextrosa, se incubaron a 25 °C durante 48 horas, los resultados se representaron en unidades formadores de colonias por gramo (UFC/g).

Para bacterias mesófilas aerobias se sembraron las diluciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  en agar para cuenta estándar, incubando de a 37 °C durante 48 horas, los resultados se representan en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g).

### **3.2.6.6. Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial se realizó con un panel de jueces entrenados y semientrenados (19 a 22 años) de la Universidad Autónoma Agraria Antonia Narro.

La prueba se realizó por duplicado, proporcionándoles dos pares de muestras a cada juez, etiquetadas con un número aleatorio y una hoja donde vaciarían sus respuestas y comentarios, mediante una prueba discriminativa en la cual indican si son iguales o diferentes el par de muestras en cuanto a los parámetros de color, sabor y textura (anexo 13).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Caracterización del recubrimiento

Se hizo la evaluación del recubrimiento de acuerdo a los siguientes parametros. Los valores promedio se muestran en el Cuadro 4.

Parámetro	Valor promedio
Densidad	1.0158 gr/ml
Sólidos solubles totales	3.5 °Brix
pH	4.5
Viscosidad	2500000 cps
Color	
	L* 61.3783333
	a* -0.75
	b* -5.123333333

**Cuadro 4.** Caracterización del recubrimiento.

En base a lo anterior se puede determinar que el recubrimiento elaborado puede inhibir el crecimiento microbiano debido a que la mayoría de las bacterias crecen en un pH óptimo de 8.5 y 7.5; pocas especies son acidófilicas, algunas son ácidotolerantes, pero muchas crecen en condiciones alcalinas. Por su parte, los hongos prefieren valores bajos de pH, y predominan cuando se siembra una muestra de suelo en un medio de pH 5, pero no a pH 8. En cuando a las levaduras tienen un rango mayor de pH óptimo ya que va de 2.5 y 8 (UNSA, 2011).

## **4.2. Análisis físico-químico**

El análisis de los datos se realizó siguiendo un análisis de varianza factorial con dos factores, correspondientes a la aplicación o no recubrimiento y los días transcurridos para el análisis. Se establecieron cinco bloques, correspondientes al producto en diferentes etapas de maduración y cinco repeticiones. El primer factor tiene dos niveles, el nivel cero corresponde al testigo, es decir, sin recubrimiento, y el nivel 1 con recubrimiento.

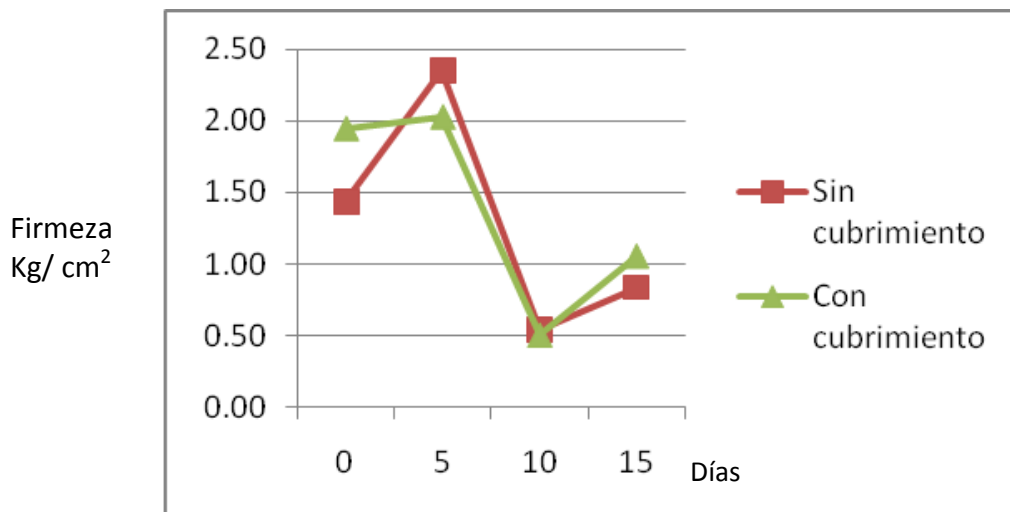
El segundo factor fue los días a los que se realizó el análisis, teniendo 4 niveles, con nomenclatura 0, 5, 10 y 15, que corresponden a los días transcurridos.

En la primera etapa se analizaron las variables físicas: firmeza, los sólidos solubles totales, la humedad y tres parámetros del color, que son la luminosidad, el eje a y el eje b.

### **4.2.1. Análisis de firmeza**

Se midió el parámetro de resistencia de penetración en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Se tomaron lecturas en cinco puntos diferentes de cada muestra con diferente tratamiento en cada repetición.

Para la variable firmeza, no se pudieron evaluar los cinco bloques, se eliminó el segundo, esto debido al grado de madurez del melón y a que hubo un cambio brusco en cuanto a la temperatura de almacenamiento. En los resultados se encontró que en el uso de la cubierta, no existe diferencia entre el uso o no uso de ésta, ya que las medias solo tienen una diferencia de 9 centésimas. La media sin cubierta fue de  $1.29 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , mientras que con cubierta fue de  $1.38 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , estos resultados se muestran en la figura 15. Donde en eje de las X muestra los días transcurridos y en el eje de la Y la media de la firmeza en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ .



**Figura 15.** Medias de la variable firmeza según el recubrimiento y los días transcurridos.

En cuanto al efecto de los días en la firmeza, existe diferencia muy significativa ( $P < 0.01$ ), pero sorprendentemente, las medias no presentaron en forma lineal. La firmeza más alta se presentó a los 5 días, con una media de  $2.19 \text{ kg/cm}^2$ , luego a los cero días, con una media de  $1.69 \text{ kg/cm}^2$  luego a los 15 días, con  $0,94 \text{ kg/cm}^2$  y finalmente a los 10 días, con  $0.52 \text{ kg/cm}^2$ .

También hubo diferencia en la firmeza de bloque por producto, el producto número 4 fue el que tuvo mayor firmeza, con una media de  $2.05 \text{ kg/cm}^2$  y el de menor firmeza fue el melón 1 con  $0.92 \text{ kg/cm}^2$ . Esto demuestra que para esta variable es determinante el grado de madurez del producto.

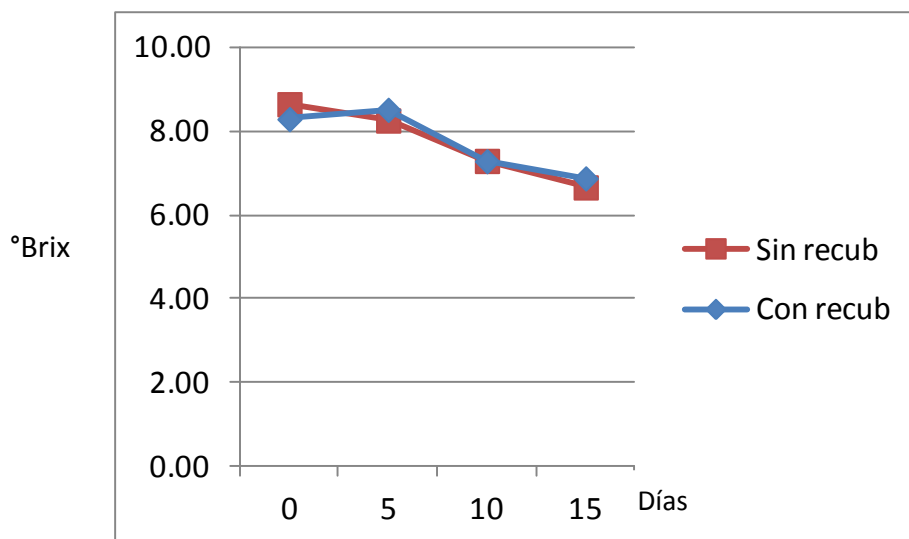
Según Bolin y Huxsoll (1989), los productos mínimamente procesados pierden la firmeza en un corto tiempo durante el almacenamiento a bajas temperaturas. Este comportamiento se atribuye a los cambios acelerados inducidos por el daño causado a las células del tejido durante el cortado y pelado, entre los que se encuentran la liberación de enzimas pectinolíticas y proteolíticas desde las células dañadas al interior de los tejidos, la transformación de protopectina a pectina soluble en agua, disminución en la cristalinidad de celulosa, difusión de azúcares a



los espacios intercelulares, adelgazamiento de las paredes celulares y al movimiento de iones de la pared celular. En esta investigación la firmeza no descendió de forma lineal, debido a la variabilidad de madures de cada melón y que no se midió en un mismo punto de la muestra utilizada.

#### 4.2.2. Análisis de sólidos solubles totales

En cuanto a esta variable, nuevamente no hay diferencia entre usar el recubrimiento o no, como se muestra en la figura 16, donde en el eje X muestra los días transcurridos y en el eje de las Y los sólidos solubles totales en °Brix. La media sin el recubrimiento fue de 7.71°Brix, mientras que con recubrimiento solo fue de 7.74°Brix, es decir, solo tres centésimas.



**Figura 16.** Variable Sólidos solubles totales respecto a los días transcurridos y el recubrimiento.

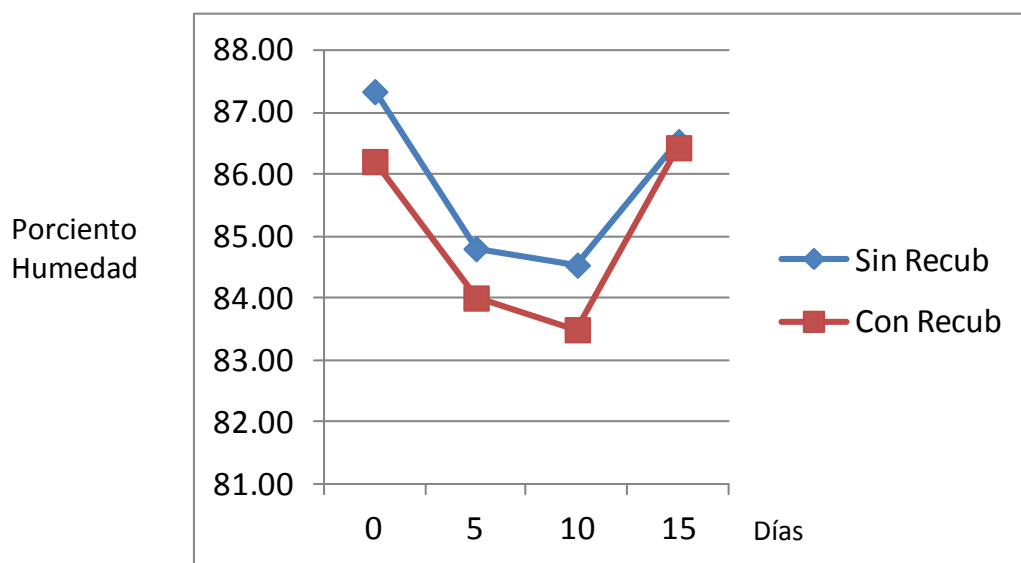
El comportamiento de los sólidos solubles totales a través de los días transcurridos fue descendente y lineal, siendo las dos primeras medias estadísticamente iguales, 8.47 y 8.39 °Brix para los días 0 y 5 respectivamente; siendo menores y con diferencia las medias de los días 10 y 15, con valores de 7.29 y 6.77°Brix.

Según Osuna (1983). Los grados °Brix son la unidad de medida de las sustancias solubles en agua que refleja el porcentaje de la calidad de sólidos solubles que contienen los frutos. A mayor valor es más deseable. Un valor mayor o igual a 4.0 es considerado bueno. Existe una correlación directa entre sólidos solubles y firmeza. Cabe mencionar que este parámetro también se relaciona con el grado de maduración del fruto por eso es importante seleccionar una madurez optima para llevar a cabo el experimento.

#### 4.2.3. Análisis de humedad

Se midió la variable de humedad obteniendo resultados en %, se tomaron cinco lecturas de cada una de las muestras en los diferentes tratamientos.

En el análisis de la variable humedad se encontró diferencia significativa en la aplicación del recubrimiento ( $P < 0.05$ ), como se puede ver en la figura 17, pero sorpresivamente, la media sin recubrimiento fue mayor, con un valor de 85.77%, mientras que con el recubrimiento fue de 85.03%. También se encontró una diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) respecto a los días transcurridos, pero se observa un comportamiento inconsistente en el transcurso de los días. Empezando con mayor humedad al inicio, con un promedio de 86.77%, luego disminuye a los 5 días a 84.40%, a los 10 días sigue bajando a 84.02%, para luego subir a los 15 días a 86.43%.



**Figura 17.** Variable Humedad respecto a los días transcurridos según el recubrimiento.

No hay diferencia significativa en la interacción del recubrimiento con los días transcurridos en la variable humedad, esto quiere decir que la humedad se comportó igual sin importar el recubrimiento.

Hoxsoll y Bolin (1989), menciona que los productos frescos cortados tienden a ser más vulnerables a la pérdida de agua porque ya no están intactas después del pelado y corte o rebanado pero sin descartar la posibilidad que estos pueden adquirir humedad del medio.

#### **4.2.4. Análisis de color**

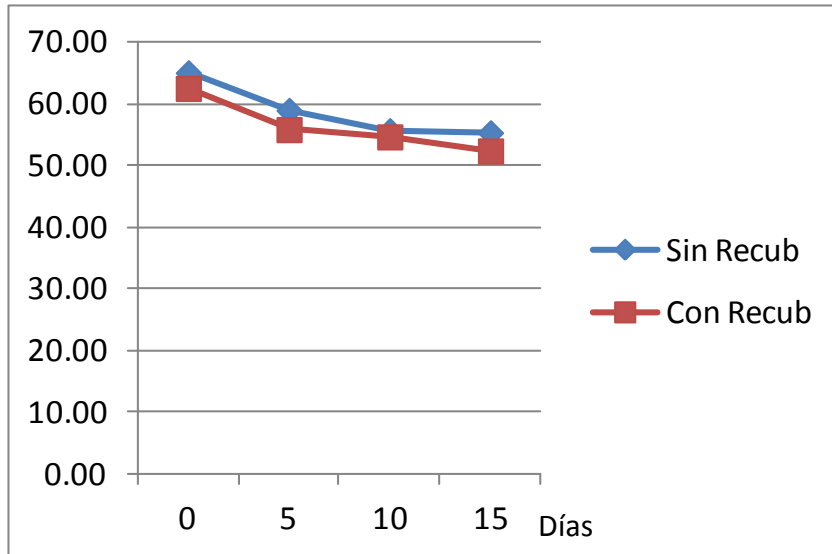
Para el análisis de color se tomaron lecturas en cinco puntos diferentes en cada una de las muestras de los tratamientos. Obteniendo resultados de luminosidad, y coordenadas de cromaticidad ( $a^*$  y  $b^*$ ).

##### **4.2.4.1. Luminosidad ( $L^*$ )**

La luminosidad indica que a mayor valor numérico obtenido mayor luminosidad (brillo), a menor valor numérico menor intensidad de color o luminosidad (opaco).

En cuanto a la variable luminosidad, se encontró una diferencia muy significativa ( $P < 0.01$ ) en el uso del recubrimiento, ya que al usarlo se opacó el producto, con recubrimiento tuvo una media de 56.38, mientras que sin recubrimiento fue de 58.75, esto se muestra en la figura 18.

También el efecto de los días transcurridos tuvo diferencia muy significativa ( $p < 0.01$ ) en la luminosidad, pero en esta variable, sí hubo un comportamiento lineal descendente, y con diferencia en cada una de las mediciones, como lo muestra la figura 18. Las medias fueron 63.78, 57.39, 55.16 y 53.88, respectivamente para los días 0, 5, 10 y 15.



**Figura 18.** Comportamiento de la luminosidad respecto a los días transcurridos y el recubrimiento.

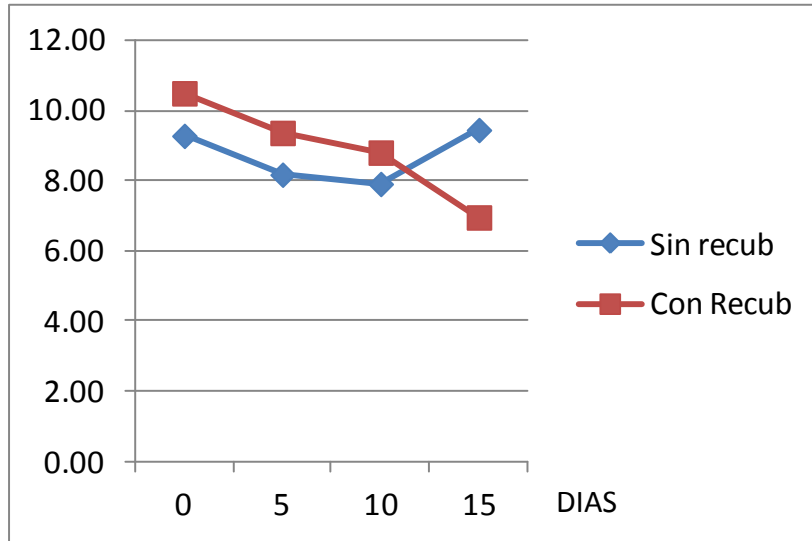
En todas las interacciones hubo diferencia significativa, esto quiere decir, que la disminución de la luminosidad se comportó similar con o sin recubrimiento.

Pantastico (1984), menciona que para poder restaurar las cubiertas naturales del fruto y proporcionarles luminosidad o brillo es necesaria la aplicación de cubiertas de origen natural o artificial con lo que además de darles luminosidad se da protección, disminuyendo deterioro del producto. En melón mínimamente sucede lo contrario ya que el recubrimiento opaco el producto, sin embargo si disminuyo su deterioro.

#### **4.2.4.2. Cromaticidad (a\* Rojo)**

En el análisis del color, en lo que respecta al “eje a” al igual que la luminosidad no se encontró diferencia entre el uso y no uso del recubrimiento, como se muestra en la figura 19. Con recubrimiento se tuvo una media de 8.92, mientras que sin recubrimiento fue de 8.70. El factor que sí tuvo diferencia significativa fueron los días transcurridos y tuvieron un comportamiento lineal descendente, con un cambio significativo entre los 0 y 5 días, luego no se determina cambio estadístico

entre los días 5,10 y 15. Las medias para cada lapso de tiempo son: 9.89, 8.77, 8.36 y 8.23 respectivamente.

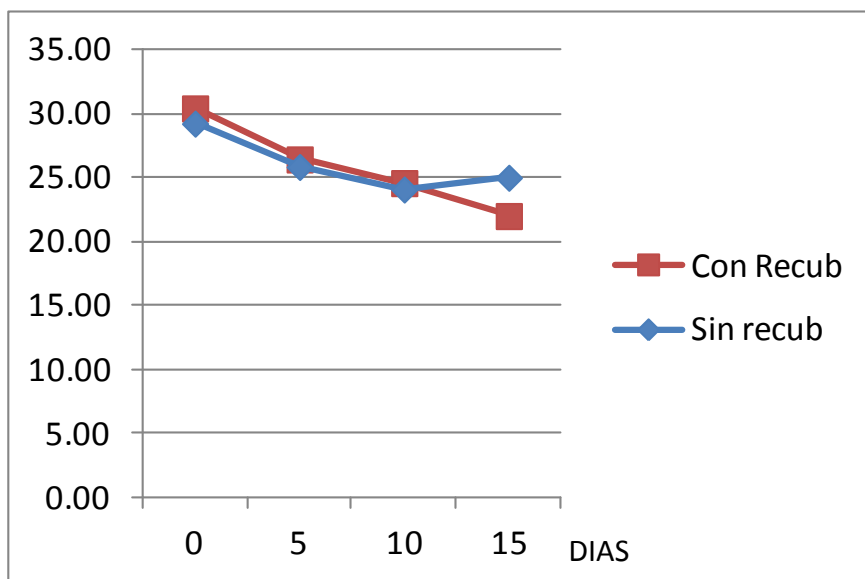


**Figura 19.** Comportamiento del color en el eje a respecto a los días transcurridos y el recubrimiento.

#### 4.2.4.3. Cromaticidad (b\* Amarillo)

Tampoco en el “eje b” del análisis de color se encontró diferencia con el uso del recubrimiento. Las medias fueron de 26.02 y 25.88, sin y con el recubrimiento respectivamente (figura 20). Pero sí existió diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) respecto a los días transcurridos, con un comportamiento lineal descendente. Las medias fueron 29.81, 26.12, 24.32 y 25.52 para los días 0, 5, 10 y 15 días. Habiendo diferencia entre los 0 y 5 días, también entre los 5 y los 10, pero no entre los 10 y 15 días, que se consideran estadísticamente iguales.

En la figura 20 se muestra el comportamiento del color en el “eje b” respecto a los días transcurridos y el recubrimiento.



**Figura 20.** Comportamiento del color en el eje b respecto a los días transcurridos y el recubrimiento.

Según Aguilar (2004), el cambio de color se debe principalmente a las degradación de clorofilas, procesos que permiten la percepción de otros pigmentos que ya se encontraban en el cloroplasto o que se sintetizan en el proceso de la maduración, adquiriendo las muestras un color diferente.

#### **4.5. Análisis microbiológico**

En el cuadro 5 se muestran los resultados obtenidos del análisis microbiológico en el que se utilizó la dilución  $1 \times 10^{-3}$ , a los 0, 5, 10 y 15 días, obteniendo los resultados en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g).

**Cuadro 5. Resultados de microbiología.**

Tiempo (Días)	Tratamientos	Hongos y Levaduras (UFC/g)	Bacterias (UFC/g)
0	S/R	0	0
	C/R	0	$0.5 \times 10^{-3}$
5	S/R	0	0
	C/R	$0.5 \times 10^{-3}$	0
10	S/R	0	$0.5 \times 10^{-3}$
	C/R	0	0
15	S/R	INC	$8 \times 10^{-3}$
	C/R	0	0

S/R= (Muestras sin recubrimiento), C/R= (Muestras con recubrimiento), INC= (Incontable).

#### 4.5.1. Hongos y levaduras

Una vez analizadas las medias de los resultados mostrados en Cuadro 5, de efectos principales de hongos y levaduras entre días presentados, se puede apreciar que en los primeros 5 días hay presencia de hongos y levaduras, sin embargo a los 10 días disminuye por completo la cantidad de estos microorganismos en ambos tratamientos. A los 15 días hay crecimiento incontable en el tratamiento sin recubrimiento, por otro lado el tratamiento con el recubrimiento inhibió favorablemente el crecimiento de hongos y levaduras.

Según García (2010), los hongos y bacterias son los principales microorganismos que atacan a los productos hortofrutícolas, donde generalmente, en el caso de los hongos, éstos no aparecen durante el crecimiento de las plantas, en algunos casos permanecen en estado latente hasta la maduración del producto hortícola y otros se adquieren durante la cosecha, el transporte y/o el manejo del producto, como es el caso de las frutas.

Los recubrimientos con quitosano forman una cubierta en la superficie de los frutos, que actúa como una barrera mecánica para proteger al fruto de infecciones causadas por hongos, ayudando así a disminuir las enfermedades causadas durante el almacenamiento (González-Aguilar, 2005). En melón mínimamente procesado la inhibición de hongos es total en los primeros 10 días.

#### **4.5.2. Bacterias mesofílicas aerobias**

Las medias mostradas en cuanto a la determinación de unidades formadoras de colonias (UFC), en la presente investigación se presentan en el cuadro 5. Se puede observar que el crecimiento de las bacterias en ambos tratamientos a los 0 y 5 días es realmente bajo, presentando un crecimiento nulo a los 5 días en los dos tratamientos. A los 10 y 15 días hay ausencia total de bacterias en las muestras con el recubrimiento.

En relación a las bacterias, éstas pueden contaminar el producto durante la etapa precosecha principalmente por aguas contaminadas o durante la manipulación de los productos hortofrutícolas y que al formular recubrimientos comestibles con quitosano y adicionar a las formulaciones productos como los aceites esenciales, se evita el desarrollo de microorganismos, se prolonga la vida de anaquel de los productos hortofrutícolas, y se mantienen las propiedades sensoriales de éstos (García, 2010),

#### **4.6. Evaluación sensorial**

Las variables que se evaluadas fueron: Color, sabor y textura.

Para el caso de color, 23 muestras se encontraron iguales y 42 diferentes (un dato perdido, ya que aun juez se le paso evaluar estar característica), es decir una proporción de 0.64, con lo que se concluye que hay diferencia significativa por el uso del recubrimiento ( $P < 0.05$ ).

La variable color, es uno de los aspectos más importante que caracterizan la calidad. La expresión "la primera impresión entra por los ojos" es muy válida para



los productos frutihortícolas. Es muy importante el tamaño, la forma, el brillo, el color y la ausencia de defectos visuales. Hace también a los aspectos visuales la presentación del producto como su empaque, marca, estado de madurez, entre otros aspectos (FCAGR, 2011).

En el análisis de sabor se encontraron 6 muestras iguales y 60 diferentes, con lo que se tiene una proporción de 0.90. Con esto se concluye que hay una diferencia muy significativa entre el uso o no de recubrimiento ( $P < 0.01$ ).

Y por último, en el caso de la textura, se tuvieron que eran iguales 15 muestras y 51 diferentes, generándose una proporción de 0.77, con lo que se concluye que hay diferencia muy significativa entre el uso del recubrimiento y sin él ( $P < 0.01$ ).

Los resultados se basan en la prueba binomial con la hipótesis nula de que ambos tratamientos son iguales ( $p = 0.5$ ).

Según Pastor y Ortolá (2007), la textura de las muestras recubiertas disminuye con el tiempo de almacenamiento debido a la aparición de la capa blanquecina que absorbe el agua del interior del fruto provocando su deshidratación. En cambio, las muestras no recubiertas, al no tener esa capa no se ven tan afectadas y, presentan en todo momento una textura propia de frutas frescas.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusión**

La evaluación de un recubrimiento comestible a base de quitosano en melón mínimamente procesado considerando los resultados estadísticos, expresó diferencias no significativas en los aspectos físico-químicos, donde se analizó, contenido de sólidos solubles totales, firmeza, humedad y color en este último en los parámetros de luminosidad y coordenadas de cromaticidad  $a^*$  y  $b^*$ . Sin embargo de acuerdo a los resultados obtenidos durante la experimentación se presentaron mejores parámetros calidad las muestras con recubrimiento.

En lo que respecta a las bacterias, hongos y levaduras representadas en UFC, se puede concluir que la aplicación del un recubrimiento a base de quitosano retarda el crecimiento microbiano de las muestras con dicho tratamiento. Ya que las muestras sin recubrimiento presentaron mayor crecimiento microbiano según las observaciones realizadas en trabajo experimental.

En la evaluación sensorial realizada se encontró una insignificante diferencia en cuanto al color, sin embargo en cuanto al sabor y textura la diferencia si fue muy significativa debido al sabor astringente del recubrimiento, según los comentarios de los jueces.

### **5.2. Recomendaciones**

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidos, se hacen las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones:

- ❖ Regular de manera más eficiente la madurez comercial óptima del melón para cada uno de los experimentos.
- ❖ Evaluar el efecto de inhibición microbiana de algún antimicrobiano añadido al recubrimiento.

- ❖ Caracterizar el tipo de microorganismos, con el fin de seleccionar algún antimicrobiano.
- ❖ Usar otro tipo de empaque con mayor permeabilidad.
- ❖ Analizar la adición de diferentes plastificantes al recubrimiento.
- ❖ Valorar diferentes temperaturas en el proceso de almacenamiento.
- ❖ Evaluar otros métodos de aplicación del recubrimiento.
- ❖ Caracterizar las propiedades de una película a partir de la formulación del quitosano.
- ❖ Probar otras concentraciones de ácidos en la formulación de recubrimiento hecho a base de quitosano.
- ❖ Medir pérdida de peso de las muestras a evaluar.
- ❖ Aplicar varias capas del recubrimiento al producto y estudiar el efecto.

## CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Aguilar, A. R. 2004. Comportamiento en características de calidad de líneas extrafirmes de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) en poscosecha. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- ✓ Alimentación énfasis. com. 2011. “Cuando la solución proviene del mar [En línea] <http://www.alimentacion.énfasis.com/notas/7225-cuando-la-solucion-proviene-del-mar>. 10 de agosto de 2011.
- ✓ Anzaldúa-Morales Antonio. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. España. Editorial Acribia, S.A. 1994.
- ✓ Bourtoom, T. “Edible films and coatings: characteristics and properties”, International Food Research Journal Vol.15, pag. 237, 300. 2008.
- ✓ Borrego Fernando et al. “Evaluación Agronómica de melón (*Cucumis melo L*) bajo condiciones de campo”. Vol. 12, pag 57-58. 2001.
- ✓ Chávez Adrián J., Colina Marínela, Valbuena Ana y López Adriana. “Obtención de papel y películas de quitosano”. Vol 1, pag 1. 2009.
- ✓ CIAD. 2011. “Análisis sensorial en los alimentos”. [En línea] <http://www.ciad.mx/boletin/JulAgo05/Analisis%20Sensorial.pdf>. 12 de noviembre de 2011
- ✓ FCAGR. 2011. “El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor”. [En línea] <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/18/7AM18.htm> 16 de noviembre de 2011.

- ✓ García Angel H. 2009 “Efecto de películas de quitosano sobre la vida de anaquel del queso panela. Tesis de licenciatura. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma Agraria Narro. Saltillo, Coahuila, México.
  
- ✓ Gobierno del estado de Veracruz. 2011. Monografía del melón. [En línea] <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/MONOGRAF%CD%A%20DE%20MEL%D3N.PDF>. 10 de agosto de 2011.
  
- ✓ Guzmán, G. 2003. “Efecto del tipo de plastificante en películas de quitosano. Tesis de licenciatura. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla, México. Online.[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lia/guzman\\_v\\_g/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/guzman_v_g/)
  
- ✓ Huxsoll, C.C. and H.R. Bolin. 1989. Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. Food Technol. Pág.142-128.
  
- ✓ Ibañez Moya Francisco C., Barcina Angulo Yolanda. Análisis sensorial de alimentos métodos y aplicaciones. España. Springer. 2000.
  
- ✓ Infoagro. 2011. El cultivo del melón primer parte. [En línea] [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/melon.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm). 10 de agosto de 2011.
  
- ✓ Lárez Velásquez Cristóbal. “Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos”. Vol 4, pag 2. 2003.

- ✓ Martín Belloso Olga, Soliva Fortuny Robert y Oms Oliu Gemma. “ Avances en la mejora de la calidad comercial de los frutos frescos cortados: aspectos físico-químicos y microbiológicos”. Vol. 1, pag. 2. 2007.
- ✓ Pastor C, Ortolá M.D. Aplicación de films comestibles en fresas (Fragaria spp) de la variedad Ventana. Universidad Politécnica de Valencia, 2005.
- ✓ Pérez B., E. Bringas, Saucedo C., Núñez de Villavicencio M. y Báez-Sañudo Reginaldo. “Efecto del uso de cera comestible en las características físico-químicas de melón cantaloupe”. Vol. 2, pag. 14. 2003.
- ✓ Ramos García et al. “Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas”. Revista Mexicana de Patología. Vol 28. pag 2-7. Mayo 04, 2010. Online. < <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v28n1/v28n1a5.pdf> >
- ✓ Reyes Ávalos M. C. et el. “Efecto de la aplicación de una película comestible sobre propiedades físicas y químicas de melón almacenado en frío”. AlimenPack. Julio/Agosto 2008. Pag. 11.
- ✓ Tarathan, R.N. “Biodegradable films and composite coatings: past, present and future”. Trends in Food Science & Technology Vol. 14, pag. 72-73. 2003.
- ✓ UDLAP. 2011. “Películas comestibles, Revisión de literatura”. [En línea] [http://caterina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lia/guzman\\_v\\_g/capitulo4.pdf](http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/guzman_v_g/capitulo4.pdf). 10 de agosto de 2011.

- ✓ UNAS. 2011. "Vida y muerte de los microorganismos". [En línea] <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap2.pdf>. 21 de noviembre de 2011.

## CAPITULO VII. ANEXOS

### 1.- Media del experimento 1 (Melón 1), **sin recubrimiento**

<b>MEDIA</b>					
<b>Variables</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
<b>FIRMEZA</b>	1.16666667	3.15	-0.5	0.48333333	0.43333333
<b>SST</b>	9.56666667	7.96666667	7.15	7.65	9.83333333
<b>HUMEDAD</b>	90.3483333	90.4016667	86.7533333	84.126	84.72
<b>L</b>	64.07	38.715	50.2361538	33.4916667	35.8633333
<b>a</b>	10.395	6.37	31.475	33.4916667	8.965
<b>b</b>	30.3166667	14.5216667	11.5366667	9.31166667	9.74333333

### 2.- Media del experimento 1 (Melón 1), **con recubrimiento**

<b>MEDIA</b>					
<b>Variables</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
<b>FIRMEZA</b>	1.93333333	0.98333333	-0.5	0.66666667	3.98333333
<b>SST</b>	7.16666667	8.53333333	7.08333333	10.4166667	8.93333333
<b>HUMEDAD</b>	87.82	85.1333333	86.65	86.152	83.3483333
<b>L</b>	61.4	37.12	37.12	38.312	37.882
<b>a</b>	9.82	7.39666667	7.39666667	6.938	6.8
<b>b</b>	28.0233333	13.7933333	13.7933333	9.548	8.316

### 3.- Media del experimento 2 (Melón 2), **sin recubrimiento**

<b>MEDIA</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
<b>FIRMEZA</b>	-0.5	0.61666667	0.96666667	0.88333333
<b>SST</b>	6.75	6.53333333	7.11666667	6.6
<b>HUMEDAD</b>	89.10166667	83.295	84.3533333	87.34
<b>L</b>	63.68833333	63.69	62.0333333	58.535
<b>a</b>	7.92	7.905	8.675	10.5383333
<b>b</b>	28.11333333	27.9633333	26.815	26.78



4.- Media del experimento 2 (Melón 2), **con recubrimiento**

<b>MEDIA</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
<b>FIRMEZA</b>	-0.5	0.25	0	0
<b>SST</b>	6.933333333	6.633333333	6.4	6.616666667
<b>HUMEDAD</b>	86.21166667	83.30333333	83.9	89.215
<b>L</b>	63.36833333	60.15666667	58.39666667	56.01
<b>a</b>	7.921666667	10.405	9.333333333	7.651666667
<b>b</b>	27.35666667	30.31333333	27.30833333	25.95

5.- Media del experimento 3 (Melón 3), **sin recubrimiento**

<b>MEDIA</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
<b>FIRMEZA</b>	1.22	1.98	1.12	-0.26
<b>SST</b>	9.82	10.2	7.2	6.38
<b>HUMEDAD</b>	84.946	84.838	86.03	86.448
<b>L</b>	67.05	66.868	59.78	64.306
<b>a</b>	9.102	8.658	7.652	7.262
<b>b</b>	29.732	28.106	27.836	26.776

6.- Media del experimento 3 (Melón 3), **con recubrimiento**

<b>MEDIA</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
<b>FIRMEZA</b>	1.52	2.28	1.34	1
<b>SST</b>	8.96	9.5	7.08	5.12
<b>HUMEDAD</b>	88.226	85.322	82.892	84.146
<b>L</b>	61.662	59.732	59.448	62.948
<b>a</b>	11.648	9.69	9.942	7.928
<b>b</b>	32.966	28.68	29.718	27.974

7.- Media del experimento 4 (Melón 4), **sin recubrimiento**

MEDIA				
VARIABLES	0	5	10	15
FIRMEZA	1.8	1.92	0.62	2.96
SST	7	7.64	6.42	6.42
HUMEDAD	84.91	81.478	83.084	87.932
L	65.384	63.386	63.366	65.126
a	9.598	9.644	9.314	11.426
b	28.274	31.782	29.78	32.904

8.- Media del experimento 4 (Melón 4), **con recubrimiento**

MEDIA				
VARIABLES	0	5	10	15
FIRMEZA	1.84	2.48	1.88	2.96
SST	8.62	10.12	9.04	6.42
HUMEDAD	84.422	85.582	80.82	87.932
L	62.39	63.898	59.128	55.812
a	11.074	9.644	8.452	5.998
b	31.598	31.782	24.448	26.344

9.- Media del experimento 5 (Melón 5), **sin recubrimiento**

MEDIA				
VARIABLES	0	5	10	15
FIRMEZA	1.6	2.2	1.14	0.24
SST	10.32	9.38	9.38	6.08
HUMEDAD	86.426	83.172	82.046	86.648
L	65.548	65.252	65.264	58.916
a	9.47	8.746	7.086	10.998
b	29.668	28.64	26.35	30.798

10.- Media del experimento 5 (Melón 5), **con recubrimiento**

MEDIA				
VARIABLES	0	5	10	15
FIRMEZA	2.5	2.58	-0.5	-0.32
SST	10.3	8.18	7.06	5.16
HUMEDAD	84.04	80.596	82.568	84.156
L	63.84	63.84	61.952	61.952
a	12.692	9.906	9.106	6.156
b	33.194	29.302	29.21	19.382

11.- Concentración de datos

MEDIA				
DIAS	0	5	10	15
VARIABLES				
FIRMEZA				
T1	1.05733333	1.97333333	0.66933333	0.86133333
T2	1.45866667	1.71466667	1.724	0.86133333
SOLIDOS SOLUBLES TOTALES				
T1	8.69133333	8.344	7.45333333	6.626
T2	8.396	8.59333333	7.33266667	6.74666667
% HUMEDAD				
T1	87.1464	84.6369333	84.4533333	86.4988
T2	86.1439333	83.9873333	83.366	86.3202
L				
T1	65.1480667	59.5822	60.1358974	56.0749333
T2	62.5320667	56.9493333	55.2089333	55.0068
a				
T1	9.297	8.2646	12.8404	14.7432
T2	10.6311333	9.40833333	8.846	6.93433333
b				
T1	29.2208	26.2026	24.4635333	25.3139333
T2	30.6276	26.7741333	24.8955333	21.8396

12.- Resultados de análisis microbiológico

<b>SIN RECUBRIMIENTO</b>							
DIAS	DILUCIONES	PDA (HONGOS Y LEVADURAS)			ESTANDAR (BACTERIAS)		
		R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO
0	10 <sup>-1</sup>	0	3	1.5	6	11	8.5
	10 <sup>-1</sup>	0	1	0.5	0	0	0
	10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	0
5	10 <sup>-1</sup>	4	5	4.5	7	1	4
	10 <sup>-1</sup>	2	0	1	0	0	0
	10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	0
10	10 <sup>-1</sup>	INC	INC	INC	INC	25	25
	10 <sup>-1</sup>	2	3	2.5	14	3	8.5
	10 <sup>-3</sup>	0	0	0	1	0	0.5
15	10 <sup>-1</sup>	INC	INC	INC	INC	INC	INC
	10 <sup>-1</sup>	INC	INC	INC	INC	INC	INC
	10 <sup>-3</sup>	INC	INC	INC	INC	8	8

<b>CON RECUBRIMIENTO</b>							
DIAS		PDA (HONGOS Y LEVADURAS)			ESTANDAR (BACTERIAS)		
		R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO
0	10 <sup>-1</sup>	0	2	1	5	3	4
	10 <sup>-2</sup>	0	1	0.5	0	0	0
	10 <sup>-3</sup>	0	0	0	1	0	0.5
5	10 <sup>-1</sup>	4	2	3	1	6	3.5
	10 <sup>-2</sup>	0	0	0	0	0	0
	10 <sup>-3</sup>	1	0	0.5	0	0	0
10	10 <sup>-1</sup>	2	1	1.5	0	0	0
	10 <sup>-2</sup>	0	2	1	0	0	0
	10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	0
15	10 <sup>-1</sup>	INC	5	5	INC	INC	INC
	10 <sup>-2</sup>	1	0	0.5	0	1	0.5
	10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	0

13.- Formato de evaluación sensorial

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Muestra \_\_\_\_\_

Observe las muestras de izquierda a derecha y para cada par, indique con una **X** si son iguales o diferentes, considerando el color, sabor, textura.

<b>Par de muestras</b>	381 - 592		409 - 663	
<b>Característica</b>	<b>Iguals</b>	<b>Diferentes</b>	<b>Iguals</b>	<b>Diferentes</b>
Color				
Sabor				
Textura				

Comentarios

---

---

---

**MUCHAS GRACIAS!!!**

14.- Análisis de varianza para la variable Firmeza.

The GLM Procedure					
Class Level Information					
Class	Levels	Values			
Recub	2	0 1			
Dias	4	0 5 10 15			
Bloque	4	1 3 4 5			
Number of observations					168

The GLM Procedure					
Dependent Variable: Firmeza					
Firmeza					
Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	186.9725238	6.0313717	11.23	<.0001
Error	136	73.0636667	0.5372328		
Corrected Total	167	260.0361905			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	Firmeza Mean	
	0.719025	54.77650	0.732962	1.338095	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	30.13464881	10.04488294	18.70	<.0001
Dias	3	66.16387500	22.05462500	41.05	<.0001
Recub	1	0.53021920	0.53021920	0.99	0.3223
Dias*Bloque	9	51.71651786	5.74627976	10.70	<.0001
Recub*Bloque	3	6.14331548	2.04777183	3.81	0.0116
Recub*Dias	3	3.18149819	1.06049940	1.97	0.1208
Recub*Dias*Bloque	9	24.59804167	2.73311574	5.09	<.0001

15.- Prueba de Duncan para medias de la variable firmeza según los días transcurridos.

Duncan's Multiple Range Test for Firmeza				
Alpha	0.05			
Error Degrees of Freedom	136			
Error Mean Square	0.537233			
Number of Means	2	3	4	
Critical Range	.3163	.3329	.3440	
Duncan Grouping	Mean	N	Dias	
A	2.1905	42	5	
B	1.6905	42	0	
C	0.9476	42	15	
D	0.5238	42	10	

16.- Análisis de varianza de la variable Sólidos Solubles.

The GLM Procedure						
Class Level Information						
Class	Levels	Values				
Recub	2	0 1				
D_as	4	0 5 10 15				
Bloque	5	1 2 3 4 5				
Number of observations		216				

The GLM Procedure						
Dependent Variable: SS SS						
Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F	
Model	39	453.7819167	11.6354338	61.56	<.0001	
Error	176	33.2676667	0.1890208			
Corrected Total	215	487.0495833				

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	SS Mean		
	0.931696	5.622974	0.434765	7.731944		

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	4	71.8416250	17.9604062	95.02	<.0001
D_as	3	131.8778378	43.9592793	232.56	<.0001
Recub	1	0.0321563	0.0321563	0.17	0.6805
D_as*Bloque	12	167.2229120	13.9352427	73.72	<.0001
Recub*Bloque	4	43.0231065	10.7557766	56.90	<.0001
Recub*D_as	3	2.1708854	0.7236285	3.83	0.0109
Recub*D_as*Bloque	12	54.9513565	4.5792797	24.23	<.0001

17.- Prueba Duncan para la variable sólidos solubles respecto a los días transcurridos.

The GLM Procedure				
Duncan's Multiple Range Test for SS				
Alpha	0.05			
Error Degrees of Freedom	176			
Error Mean Square	0.189021			
Number of Means	2	3	4	
Critical Range	.1651	.1738	.1796	

Duncan Grouping	Mean	N	D_as
A	8.47407	54	0
A	8.39074	54	5
B	7.29259	54	10
C	6.77037	54	15

18.- Análisis de variancia para la variable Humedad.

The GLM Procedure					
Dependent Variable: HUM HUM					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	39	1267.173283	32.491623	4.79	<.0001
Error	174	1180.611287	6.785122		
Corrected Total	213	2447.784570			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	HUM Mean	
	0.517682	3.049769	2.604827	85.41064	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	4	302.0549897	75.5137474	11.13	<.0001
D_as	3	315.6530884	105.2176961	15.51	<.0001
Recub	1	28.2568274	28.2568274	4.16	0.0428
D_as*Bloque	12	318.7833292	26.5652774	3.92	<.0001
Recub*Bloque	4	30.3711826	7.5927956	1.12	0.3491
Recub*D_as	3	6.7614726	2.2538242	0.33	0.8021
Recub*D_as*Bloque	12	246.1264690	20.5105391	3.02	0.0007

19.- Prueba de Duncan para la variable Humedad respecto a los días transcurridos.

The GLM Procedure				
Duncan's Multiple Range Test for HUM				
Alpha				0.05
Error Degrees of Freedom				174
Error Mean Square				6.785122
Harmonic Mean of Cell Sizes				53.49533
NOTE: Cell sizes are not equal.				
Number of Means	2	3	4	
Critical Range	0.994	1.046	1.081	
Duncan Grouping	Mean	N	D_as	
	A	86.7730	54	0
	A	86.4369	53	15
	B	84.4026	54	5
	B	84.0234	53	10



20.- Análisis de varianza para la variable luminosidad.

The GLM Procedure					
Dependent Variable: L L					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	39	22145.97779	567.84558	52.60	<.0001
Error	175	1889.04898	10.79457		
Corrected Total	214	24035.02677			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	L Mean	
	0.921404	5.706496	3.285508	57.57488	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	4	13320.98960	3330.24740	308.51	<.0001
D_as	3	2865.64655	955.21552	88.49	<.0001
Recub	1	389.12647	389.12647	36.05	<.0001
D_as*Bloque	12	4522.61430	376.88452	34.91	<.0001
Recub*Bloque	4	287.70800	71.92700	6.66	<.0001
Recub*D_as	3	51.40188	17.13396	1.59	0.1942
Recub*D_as*Bloque	12	457.98610	38.16551	3.54	0.0001

21.- Prueba de Duncan para la variable luminosidad respecto a los días transcurridos.

Duncan's Multiple Range Test for L				
Alpha				0.05
Error Degrees of Freedom				175
Error Mean Square				10.79457
Harmonic Mean of Cell Sizes				53.74648
NOTE: Cell sizes are not equal.				
Number of Means		2	3	4
Critical Range		1.251	1.317	1.361
Duncan Grouping	Mean	N	D_as	
	A	63.7876	54	0
	B	57.3983	54	5
	C	55.1637	54	10
	D	53.8815	53	15

22.- Análisis de varianza para la variable eje a del análisis de color.

The GLM Procedure					
Dependent Variable: a a					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	39	535.0096022	13.7181949	5.17	<.0001
Error	175	464.4609067	2.6540623		
Corrected Total	214	999.4705088			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	a Mean	
	0.535293	18.47368	1.629129	8.818651	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	4	70.1431521	17.5357880	6.61	<.0001
D_as	3	99.2004714	33.0668238	12.46	<.0001
Recub	1	2.3237122	2.3237122	0.88	0.3507
D_as*Bloque	12	110.8720104	9.2393342	3.48	0.0001
Recub*Bloque	4	40.8395603	10.2098901	3.85	0.0051
Recub*D_as	3	136.5128656	45.5042885	17.15	<.0001
Recub*D_as*Bloque	12	86.5610904	7.2134242	2.72	0.0022

23.- Prueba de Duncan para la variable eje a respecto a los días transcurridos.

Duncan's Multiple Range Test for a				
Alpha				0.05
Error Degrees of Freedom				175
Error Mean Square				2.654062
Harmonic Mean of Cell Sizes				53.74648
NOTE: Cell sizes are not equal.				
Number of Means		2	3	4
Critical Range		.6202	.6529	.6746
Duncan Grouping	Mean	N	D_as	
	A	9.8937	54	0
	B	8.7759	54	5
	B	8.3631	54	10
	B	8.2309	53	15

## 24.- Análisis de varianza para a la variable color en el eje b

The GLM Procedure					
Dependent Variable: b b					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	39	9318.86645	238.94529	28.99	<.0001
Error	175	1442.44691	8.24255		
Corrected Total	214	10761.31336			
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	b Mean
		0.865960	11.05980	2.870985	25.95874
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	4	5583.937167	1395.984292	169.36	<.0001
D_as	3	1207.338798	402.446266	48.83	<.0001
Recub	1	5.266830	5.266830	0.64	0.4252
D_as*Bloque	12	1849.207591	154.100633	18.70	<.0001
Recub*Bloque	4	83.083789	20.770947	2.52	0.0429
Recub*D_as	3	205.561133	68.520378	8.31	<.0001
Recub*D_as*Bloque	12	410.814934	34.234578	4.15	<.0001

25.- Prueba de Duncan para las medias de la variable color en el eje b respecto a los días transcurridos.

Duncan's Multiple Range Test for b			
Alpha			0.05
Error Degrees of Freedom			175
Error Mean Square			8.242554
Harmonic Mean of Cell Sizes			53.74648
NOTE: Cell sizes are not equal.			
Number of Means	2	3	4
Critical Range	1.093	1.151	1.189
Duncan Grouping	Mean	N	D_as
A	29.8152	54	0
B	26.1298	54	5
C	24.3228	54	10
C	23.5221	53	15