

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



**EVALUACIÓN SENSORIAL DE TIRAS DE PAPAS
CON PELÍCULA DE QUITOSANO**

Por:

ISMAEL MENERA LÓPEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo del 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

POR:

ISMAEL MENERA LÓPEZ

**Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador Como
Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

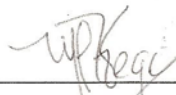
**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**

Dirigida por:



M.C. Xochitl Ruelas Chacón

Asesorada por:



Dra. María de la Luz Reyes Vega

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Evaluación sensorial de tiras de papas con película de quitosano

Presentado por:

ISMAEL MENERA LÓPEZ

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito
Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

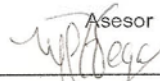
El presente trabajo ha sido dirigido por el siguiente comité:

Director



M.C. Xochitl Ruelas Chacón

Asesor



Dra. María de la Luz Reyes Vega

Asesor



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla

Asesor



Lic. Laura Olivia Fuentes Lara


Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Junio, 2010

DEDICATORIA

A mis Padres:

Petroníla López Medina y Austreberto Menera Menera.

Gracias por haberme dado la vida y enseñarme a respetar a los demás, por todo el amor y cariño que me han brindado por todo el sacrificio que han hecho para lograr mi meta.

Para el amor de mi vida, por el apoyo incondicional que me ha brindado; que siempre estuvo conmigo en las buenas y malas; quien me impulsaba a salir adelante, es una forma de agradecerle mas no pagarle todo lo que ha hecho por mí te la dedico Lidia Valdez.

A mis abuelitos:

Vicente Menera y Juanita Menera (†), Juan López (†) y Rogaciana Medina.

Al Ing. Carlos Menera Menera:

Por ser buitre egresado de la "NARRO" y el apoyo que me ha brindado y sus consejos tan sabios.

A mis hermanos:

Hermanos es una forma de agradecerles por apoyarme en el momento cuando más lo necesitaba y ser parte importante para realizar mis sueños:

José Luis, Juan Carlos, Mireyna, Zuleima, Andrés, Julio César y Maximino.

A la familia Valdez Sepúlveda por el apoyo que me han brindado, gracias por todo.

A mis amigos y compañeros:

Daniel Fernando, Ruy, Maher, Víctor Manuel, Paulina, Araceli, Tomás, Pascual, Benito, Abraham, Vanessa, Isaac, Ricardo, Martín, Mariano, Raúl, Saúl y a todos aquellos que omití sin intención alguna.

A mis maestros:

Al Dr. Heliodoro, Dr. Antonio, Q.F.B. Carmen Julia, Dra. Ma. De Lourdes, Dra. Ana Verónica, Lic. Laurita, T.L.Q Carlitos.

AGRADECIMIENTOS

A la vírgencita por ser la luz en mi caminar, por estar siempre a mi lado y permitirme lograr un triunfo más en mi vida, a ti santísima señora te dedico este triunfo porque nunca me has fallado y porque me has hecho comprender y valorar la vida.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (ALMA MATER), por haberme proporcionado las herramientas necesarias para formarme como profesionista.

A mi asesora principal: M.C. Xochitl Ruelas Chacón por brindarme el apoyo incondicional en este trabajo de investigación y por compartir gran parte de su sabiduría así como su paciencia y cariño que siempre brinda

M. C. Oscar Noé Reboloso Padilla por ser parte de la revisión del trabajo y a demás es un muy buen maestro, amigo y persona; gracias por su amistad químico REBOLLOSO.

Dra. María de la Luz Reyes Vega por ser parte de la revisión de este trabajo y por su amistad.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCION	1
1.1 Justificación	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo General	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Hipótesis	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Origen de la papa	6
2.2 Panorama mundial	7
2.3 Importancia en México	8
2.4 Importancia económica	8
2.5 Características de la papa	8
2.6 Usos de la papa	9
2.7 Composición química del tubérculo	9
2.8 Calidad de la papa para usos industriales	10
2.9 Consumo y desarrollo de nuevos productos	11
2.10 Papas para procesamiento	12
2.11 Principales factores que influyen en el deterioro de los productos hortifrutícolas	12
2.12 Factores ambientales que influyen en el deterioro	14

2.13 Adecuado punto de corte	15
2.14 Procedimientos tecnológicos aplicados en el manejo	15
2.15 Condicionantes de la calidad de productos vegetales cortados	17
2.16 Alimentos mínimamente procesados	18
2.17 Películas y recubrimientos: definición y aplicación	19
2.18 Materiales empleados en la elaboración de películas comestibles	19
2.18.1 Polisacáridos	20
2.18.2 Proteínas	20
2.18.3 Lípidos y resinas	21
2.18.4 Multicomponentes	21
2.19 Formulación de películas o recubrimientos	22
2.20 Propiedades funcionales de las películas comestibles o biodegradables	23
2.21 Ventajas y desventajas del uso de películas comestibles	23
2.22 Aplicación de las películas en la industria de alimentos	24
2.22.1 Técnicas de aplicación de películas	25
2.23 Quitosano	26
2.23.1 Propiedades físico-químicas del quitosano	27
2.24 Desarrollo de películas con quitosano	28
2.25 El quitosano actúa como	28
2.25.1 Agente antimicrobiano	28
2.25.2 Aditivo	29

2.25.3 Alimentación funcional	29
2.26 Las cualidades del quitosano	29
2.27 Usos y aplicaciones	30
2.27.1 En la industria de alimentos	30
2.27.2 En la industria papelera	30
2.27.3 Química analítica	30
2.27.4 Biomedicina	30
2.27.5 Industria de los cosméticos	31
2.27.6 Tratamiento de agua	31
2.27.7 Agricultura y ganadería	31
2.27.8 Dietéticos	31
2.28 Evaluación sensorial	31
2.29 Propiedades sensoriales	32
2.30 Usos e importancia de la evaluación sensorial	34
2.31 Tipos de jueces	35
2.31.1 Juez experto	35
2.31.2 Juez entrenado	35
2.31.3 Juez semientrenado o de laboratorio	
2.31.4 Juez consumidor	36
2.32 Clasificación de las pruebas sensoriales	36

III. MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1 Reactivos	39
3.2 Material y equipo	39
3.3 Elaboración de la película	42
3.4 Análisis sensorial	47
3.5 Análisis estadístico	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	48
4.1 Análisis sensorial utilizando la prueba de preferencia	48
4.2 Análisis sensorial utilizando la prueba discriminativa	48
V. CONCLUSIONES	50
VI. RECOMENDACIONES	51
VII. BIBLIOGRAFÍAS	52
VIII. ANEXOS	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ingredientes para la elaboración de 100 mL de película	42
Cuadro 2. Resultados de la prueba discriminativa por medio de la técnica Ji-Cuadrada	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Recubrimiento o película en bicapa (a) y emulsificada (b).	22
Figura 2. Fórmula química del quitosano.	27
Figura 3. Papas	41
Figura 4. Lavado	41
Figura 5. Pelado	41
Figura 6. Cortado	41
Figura 7. Formación de la película	43
Figura 8. Pesado del ácido cítrico	43
Figura 9. Pesado del quitosano	43
Figura 10. Sumergir las tiras de papa	43
Figura 11. Tiras de papa con película	44
Figura 12. Tiras de papa con ácido cítrico	44
Figura 13. Tiras de papas en bolsas de ziploc	44
Figura 14. Diagrama del proceso de freído de las tiras de papas	45
Figura 15. Hoja de evaluación	46
Figura 16. Par de muestras	46
Figura 17. Juez llenando la hoja de evaluación	46
Figura 18. Juez probando las muestras	46

I. INTRODUCCIÓN

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.

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.

De acuerdo con Krochta y De Mulder-Johnston (1997), una película comestible se define como aquella capa delgada de material comestible formada sobre un alimento como un recubrimiento, o colocada (lo que implica que debe ser pre-formada) sobre o entre los componentes de los alimentos. Su propósito es el de inhibir o reducir la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aromas, lípidos, pigmentos, etc.; servir como vehículo para aditivos alimentarios (antioxidantes, antimicrobianos, saborizantes, colorantes); y/o mejorar la integridad mecánica o características de manejo del alimento en cuestión.

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 ya que es posible reducir la cinética de los cambios de calidad y pérdidas en cantidad a través de la modificación y control de la atmósfera interna en estos productos vegetales (Park, 1999).

Sin embargo, aunque estas cubiertas pueden incrementar el periodo de vida útil y mejorar el aspecto del producto, el cual resulta con más brillo y por ello más atractivo para algunos consumidores, también tienen sus limitantes pues entre las principales desventajas que se han reportado de las formulaciones actuales, se encuentra el hecho de que pueden generar el desarrollo de sabores y olores desagradables como resultado de la inducción de anaerobiosis, o que la cubierta se vuelve quebradiza proporcionando un aspecto desagradable a la superficie del producto (Nussinovitch y Lurie, 1995).

El análisis sensorial describe y mide las características de los alimentos, así como los efectos que dichas características producen en el individuo consumidor. Debe de servir para obtener una lista de caracteres del alimento llamados características organolépticas, es decir, propiedades percibidas por los sentidos (Ibáñez y Barcina, 2001).

Los estudios de carácter científico en el área de evaluación sensorial, así como el interés por los estudios de aceptabilidad de alimentos, se intensificaron hasta la segunda guerra mundial, debido a que las raciones suministradas a los soldados eran correctas nutricionalmente, pero eran rechazadas porque carecían de cualidades sápidas (Ibáñez y Barcina, 2001).

El campo de la evaluación sensorial ha crecido rápidamente en la segunda mitad del siglo XX, al igual que los alimentos procesados y las industrias de alimentos. La evaluación sensorial incluye varias técnicas para medir objetivamente las respuestas de los jueces o consumidores (Lawless y Heymann, 1999).

Las propiedades sensoriales de los alimentos son: el color, olor, aroma, gusto, sabor y textura, estas propiedades son detectadas por los sentidos del consumidor, si este no es de su agrado cualquiera de estas propiedades en un alimento tenderá a rechazarlo (Anzaldúa-Morales, 1994).

1.1 Justificación

La aplicación de las películas de quitosano prolongan el estado de fresca en las tiras de papas y alargan la vida de anaquel así como también mejoran la eficiencia económica de los materiales de empaque (De la Rosa, 2007).

Las principales propiedades funcionales de las películas de quitosano es que actúan como: barrera a la humedad; es una de las características funcionales más importante de las películas (Kester y Fennema, 1986). La deshidratación superficial constituye uno de los principales problemas en el mantenimiento de la calidad de los productos cortados. La pérdida de agua de frutas y vegetales frescos cortados se traduce en una pérdida de peso y de turgor del producto, también al oxígeno y al dióxido de carbono. La permeabilidad de las películas o cubiertas comestibles se relacionan con la resistencia a los gases, al vapor de agua y al transporte de solutos.

Dentro de las principales ventajas del uso de películas comestibles en productos frescos cortados se encuentran una mejor retención del color, ácidos, azúcares y componentes del sabor, una reducción de la pérdida de agua, disminución de los desordenes metabólicos durante el período de conservación, y una forma de soporte de otros compuestos, una indiscutible reducción en el uso de envases sintéticos y un mantenimiento de la calidad durante el almacenamiento (Nisperos-Carriedo *et al*, 1992; Park *et al*, 1994; Sothornvit y Krochta, 2000).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar tiras de papas con cubierta de quitosano empleando el análisis discriminativo y afectivo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Aplicar la película de quitosano en tiras papas fritas.
- Evaluar sensorialmente las diferencias y preferencias entre las tiras de papas con y sin películas de quitosano.

1.3 Hipótesis

La película de quitosano aplicada en las tiras de papas mínimamente procesadas modifica favorablemente las características sensoriales de la papa.

PALABRAS CLAVE: PELICULA ,EVALUACION

SENSORIAL,PRUEBA DISCRIMINATIVA,PRUEBA AFECTIVA,

TIRAS DE PAPA

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen de la papa

La papa es una planta domesticada y cultivada por los sudamericanos de la región andina, la domesticación de esta especie probablemente fue hecha por los Incas o civilización preinca, pues así lo indican los datos antropológicos consistentes en hallazgos de tazas y vasijas de barro semejando al tubérculo de papa que datan de 2500 y 5000 años antes de Cristo.

La papa fue llevada a España poco después o durante la conquista de Sudamérica hecha por los españoles al mando de Francisco Pizarro. Junto con el frijol y maíz fue utilizada como alimento en los barcos en forma de tubérculo pero es muy probable que lo hayan llevado en forma de semilla; de España se distribuyó a Portugal, Italia, Francia y demás países europeos para pasar a formar parte de las colecciones de plantas exóticas de los jardines de grandes palacios de reyes y castillos de los señores feudales de aquella época.

Por un periodo bastante largo, la papa permaneció en Europa como una curiosidad botánica, o como una más de las plantas exóticas ornamentales, pues como alimento tardó mucho tiempo en empezar a usarse, y es muy probable que las hambrunas que siempre han padecido periódicamente los pueblos por guerras, epidemias y desastres epidemiológicos como son las sequias y heladas, obligaron a la gente a usarle cada vez en mayor cantidad y frecuencia como alimento a tal grado que para 1845 Irlanda dependía demasiado de esta planta para alimentarse, es por esto que cuando el tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont De Bary) se extendió y atacó al cultivo de

la papa, la población Irlandesa padeció una hambruna que mató a más de 1 millón de personas e hizo emigrar a otro millón (Pérez 1997).

Sin embargo Cepeda y Gallegos (2003) indican que el centro de origen de la papa es de los altiplanos de América del Sur, más precisamente en el área comprendida entre el centro y los alrededores del río Titicaca, extendiéndose hacia Bolivia, Chile, Argentina y por el norte a Ecuador, Venezuela y Centro América y México. Así mismo, también se menciona que México es uno de los centros de origen de cultivo, ya que desde hace mucho tiempo, los nativos consumían papa en forma silvestre, su domesticación se remonta hacia el año 2000 a.C.

2.2 Panorama mundial

A nivel mundial, la papa es uno de los cultivos agrícolas más importantes, ya que ocupa el cuarto lugar como producto alimenticio, después del trigo, maíz, el arroz y algunos cultivos agroindustriales como la soya y la caña de azúcar.

Es importante mencionar que los principales países productores, por volumen de papa, no son los países que tienen mayores rendimientos en promedio de la papa; los mayores rendimientos por hectáreas se observan en Estados Unidos y en países miembros de la Unión Europea entre los cuales destacan, por orden de importancia: Bélgica, Francia, Alemania, Reino Unido e Irlanda. Una característica general que se observa en los países que presentan altos rendimiento por hectárea, es el alto nivel de desarrollo tecnológico con que cuentan, además de las marcadas políticas de subsidio que se dan a los productores agrícolas.

Internacionalmente destaca México, que sin ser uno de los principales productores mundiales, se encuentra muy por encima (25.21 ton/ha.) de los rendimientos promedio mundiales (17.94 ton/ha.) e incluso en el ciclo primavera-verano, los rendimientos que se obtienen en algunas regiones bajo la modalidad de

riego (Coahuila 36.9 ton/ha), son muy similares a los rendimientos promedio de los países más eficientes en la producción de esta hortaliza (41.25 ton/ha).

2.3 Importancia en México

La importancia de la papa en México radica básicamente en dos hechos:

a) Por un lado, su valor alimenticio: ya que la papa contiene carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales así como vitaminas A, C y del complejo B. De igual manera, se considera que bajo condiciones apropiadas la papa tiene un contenido mayor de nutrientes que los cereales.

b) Por otro lado, la importancia económica que tiene dicha hortaliza se debe al ingreso que proporciona a sus productores, así como la cantidad de jornales que genera en las diferentes regiones productoras, sobre todo durante el periodo de cosecha (Barreiro, 1998).

2.4 Importancia económica

La papa es muy consumida en el mundo y es alimento básico de muchos países por su riqueza nutrimental. Es la segunda hortaliza más consumida en México después del jitomate. Se cosechan 1, 300,000 toneladas de papas en México por año. Hay tres mercados posibles para la papa: el mercado en fresco que abarca la mayor parte de la producción de papa en el país; el 30% para uso industrial (fécula, almidón, harina, puré, frituras) y el resto es para semilla (CONAPAPA, 1995).

2.5 Características de la papa

La papa contiene dos aminoácidos muy importantes en la dieta humana que son la lisina y el triptófano. Por otra parte las proteínas que contiene son fáciles de asimilar por el organismo humano o animales que la consumen.

2.6 Usos de la papa

- I. Consumo doméstico y consumo animal.
- II. Industria química, en la cual se le puede extraer alcohol para realizar: licores, esencias y aromas, además que puede utilizarse también en la producción de cosméticos, medicinas, entre otros.
- III. En la industria de alimentos, en la cual predominan la producción de hojuelas o chips, bastones de papa precocidas o para freír, puré, mayonesas, jaleas, etc.
- IV. La papa también es usada como pulpa de proteína, de la cual se puede extraer proteína líquida, proteína seca, agregados para piensos, forrajes, abonos, entre otros.
- V. Se usa también como papa deshidratada conglutinante.

En México en los últimos años se ha dado un marcado cambio en las tendencias de los patrones de consumo de la población, a favor de productos industrializados, debido sobre todo al nuevo rol de las mujeres en el mercado laboral y a la proliferación de mercados de autoservicios. El procesamiento de la papa es el sector de más rápido crecimiento dentro de la economía mundial de este tubérculo.

2.7 Composición química del tubérculo

Dentro de los componentes nutritivos el que se encuentra en mayoría es el agua que constituye el 80% del total.

Le siguen los carbohidratos que constituyen el 16-20% entre los que hay que destacar el grupo de los almidones que son polisacáridos complejos que se absorben como glucosa, previa hidrólisis enzimática.

La fibra alimentaria representa 1-2% del total de la papa y se encuentra preferentemente en la piel.

La concentración de azúcares sencillos es baja (0, 7,10, %) siendo los más importantes la glucosa, fructosa y sacarosa. Es importante controlar la concentración de azúcares de la papa con objeto de prevenir las reacciones de pardeamiento no enzimático o reacciones de Maillard. Este tipo de reacciones indeseables puede aparecer cuando se alcanzan concentraciones del 2% de azúcares reductores.

Para ello es fundamental controlar la temperatura de almacenamiento. Si se reducen las temperaturas de almacenamiento por debajo de 10°C para evitar la germinación se reducen las velocidades de las reacciones de forma desigual generándose tubérculos dulces y con una mala textura. Si se mantienen las temperaturas entre 15-20°C se produce disminución del contenido de azúcares.

Las proteínas son el nutriente más abundante después de los carbohidratos constituyendo el 2% del total asentándose mayoritariamente en el cortex (zona inmediatamente debajo de la piel) y la médula (zona central). Destacan las albúminas (49%) y globulinas (26%) como las fracciones proteicas más abundantes seguidas de prolaminas (4,3%) y glutelinas (8,3%). Asimismo destaca la presencia de gran cantidad de enzimas y aminoácidos libres cuyas concentraciones dependen de la forma de cultivo y almacenamiento. Los lípidos no tienen importancia desde un punto de vista cuantitativo (0,1%) y se encuentran mayoritariamente en la piel. Existe gran cantidad de vitaminas hidrosolubles tales como la vitamina C y algunas del complejo B. La papa también es rica en minerales, los cuales constituyen el 1% del total de la papa, destacando el potasio como elemento mayoritario.

2.8 Calidad de la papa para usos industriales

El uso mundial de la papa está trasladando el mercado de las papas frescas y como alimento para ganado hacia los productos procesados tales como papas fritas (hojuelas), papas prefritas (a la francesa) y papas congeladas y deshidratadas. El procesamiento de la papa es el sector de más rápido crecimiento dentro de la economía mundial de este tubérculo.

Los mayores niveles de urbanización reciente y una presencia más activa de la mujer en el mercado laboral han ocasionado cambios en los hábitos de los consumos que se reflejan en una mayor demanda por productos procesados o semiprocesados. Para el caso de la papa esto ha significado un crecimiento importante en el mercado industrial en los últimos años y una previsión para el futuro inmediato que permite esperar que el porcentaje actual de participación de la industria de procesamiento en el mercado de la papa llegue por lo menos a duplicarse en los próximos 10 años.

2.9 Consumo y desarrollo de nuevos productos

El desarrollo de nuevos productos es un factor clave en todas las industrias para el movimiento rápido de bienes de consumo. Los bastones de papa son productos “antiguos” elaborados en grandes cantidades pero con bajos márgenes de utilidad con el fin de ir eludiendo esta situación, la industria de procesamiento, a finales de los años ochenta se dedicó a desarrollar e introducir nuevos tipos de bastones y otros productos especiales.

El procesamiento de la papa y la tendencia del consumo actual se relacionan con los países desarrollados. La producción es altamente industrial, tecnológicamente avanzada y depende en gran medida de un coherente y asegurado suministro de materia prima. La demanda de bastones de papa y el crecimiento de las empresas de comida rápida, tales como McDonald's, fue

seguido por el desarrollo y crecimiento de los distribuidores de alimentos, no sólo en los países en desarrollo, China y la India, sino también en los países del Centro y Este de Europa. Las plantas productoras de bastones son construidas para proporcionar la materia prima de la comida rápida (Morrow y Jecha-Barba 2003, Brown 2004; Global Potato News 2008).

La urbanización, el aumento de los ingresos, el cambio de estilos de vida y la expansión del turismo, son factores que favorecen la demanda por bastones de papa y, por tanto, el desarrollo de la industria de procesamiento en estos países (Morrow y Jecha-Barba 2003, Agriculture and Agri-Food Canadá 2007).

2.10 Papas para procesamiento

El suministro de papa como materia prima es crucial para el desarrollo de una industria moderna de procesamiento y su cadena agroalimentaria. Está basada en cultivos adecuados, buenas prácticas agrícolas, almacenamiento en frío desde la cosecha, control permanente de la calidad durante el almacenamiento y una entrega programada a la planta de transformación. La elaboración de bastones y hojuelas de papa requiere de variedades diferentes a las usadas para el consumo en fresco. Los procesadores organizan su propia cadena de suministro a través de contratos y contacto directo con los agricultores. A ellos les ofrecen el material de siembra así como asesoría y servicios durante el cultivo y posterior almacenamiento. De esta forma, los parámetros de calidad de los productos transformados, tal como los exige el mercado, son “transmitidos” a las papas por los mismos agricultores. Dichos parámetros son: el tamaño adecuado del tubérculo para elaborar bastones, un alto contenido de materia seca y un bajo contenido de azúcares reductores.

2.11 Principales factores que influyen en el deterioro de los productos hortifrutícolas

Los productos hortifrutícolas, aún después de cosechados, siguen vivos y están sujetos a cambios y deterioro. Es importante entender los factores internos y externos que promueven el deterioro y los que lo retardan.

a) Procesos Fisiológicos Internos

Los productos vivos respiran, es decir consumen sus reservas de carbohidratos, quemándolas para producir CO₂, agua y la energía necesaria para mantener los procesos vitales. Parte de esta energía se pierde al ambiente y puede producir el calentamiento del producto (calor vital). La respiración causa pérdida de peso, cambios de sabor y envejecimiento.

Otro importante proceso es la transpiración, es decir, la pérdida de agua por los poros. Su velocidad depende del producto, de la temperatura y de la humedad ambiental. Causa también pérdida de peso, marchitamiento y pérdida de textura.

Los productos generan etileno, que es una hormona que regula el crecimiento y la maduración. El etileno, interno o externo, puede tener efecto a concentraciones muy bajas (0.1 partes por millón).

Hay productos que son generadores de etileno y otros que son muy sensibles al mismo. Este es un factor muy importante a considerar al efectuar carga y almacenamiento mixto.

Los procesos de maduración y envejecimiento causan modificaciones internas y externas en el producto.

Los almidones se transforman en azúcares (deseable en frutas pero indeseable en papas) o los azúcares en almidones (indeseable en maíz tierno). Se modifican los pigmentos: desaparece la clorofila verde, se generan carotenos amarillos o antocianinas rojas, cambia el contenido de

vitaminas, de pectinas, etc. Esto causa modificaciones en el sabor, el color, la textura, el aroma, que son los principales factores de calidad.

b) Daños Fisiológicos causados por agentes externos

La congelación causa el colapso de los tejidos y el deterioro total de los productos frescos. En ciertos casos, sobre todo en frutas tropicales, el frío, aún por encima del punto de congelación, produce alteraciones fisiológicas que destruyen la calidad (temperatura crítica).

Esta temperatura depende del tipo de producto, de la variedad y de las condiciones del cultivo.

c) Daños Físicos

Daños superficiales o profundos causados por impacto, abrasión, corte, vibración, causan deterioro de los tejidos internos produciéndose decoloraciones, pérdida de textura, incremento de la transpiración y de la respiración, y en consecuencia, deterioro general de la calidad y disminución de la vida útil.

Estos daños se convierten en vías de penetración de infecciones que aceleran aún más el deterioro.

d) Daños Patológicos

Los patógenos, hongos y bacterias atacan de preferencia los tejidos afectados por daños mecánicos o fisiológicos. Su ataque es favorecido por altas temperaturas y humedades relativas. Su acción destructiva puede ser muy rápida y puede pasar de productos enfermos a productos sanos, por contacto superficial.

2.12 Factores ambientales que influyen en el deterioro

Los factores ambientales que más influencia tienen en la acción de los anteriormente citados son: la temperatura, la humedad relativa, la composición de la atmósfera circundante, la presencia de etileno, y la luz.

Manejando adecuadamente estos factores ambientales, e impidiendo daños mecánicos y la acción de microorganismos, podemos lograr productos de alta calidad y mayor tiempo de vida.

1) Temperatura

Al bajar la temperatura, sin sobrepasar la temperatura crítica o el punto de congelación, se bajan los procesos de respiración, transpiración, producción de etileno y sensibilidad al mismo.

Se retardan también los procesos de maduración y envejecimiento, se disminuye la pérdida de peso, la actividad microbiana y se mitiga el efecto de daños mecánicos.

2) Humedad Relativa

Su elevación disminuye la transpiración pero favorece el desarrollo de microorganismos, por lo que debe encontrarse un adecuado punto de equilibrio.

3) Luz – Posición

La incidencia de luz puede causar decoloraciones en papas y otros productos. El geotropismo puede alterar la forma del producto como es el caso del espárrago, si no se lo almacena en posición vertical.

2.13 Adecuado punto de corte

El adecuado punto de corte es un factor crucial en el manejo poscosecha, y de él depende en gran medida la selección del proceso de manejo, la vida útil y las características sensoriales finales (sabor, aroma, textura, color). Es necesario determinar índices de madurez que orienten estas operaciones.

El tiempo transcurrido a partir de determinadas operaciones de cultivo, las características fisiológicas y propiedades físicas, químicas o sensoriales se usan para determinar estos índices.

2.14 Procedimientos tecnológicos aplicados en el manejo

Es normal que el manejo poscosecha incluya operaciones de limpieza, selección, clasificación, que normalmente se aplican para eliminar productos no conformes con la calidad esperada y para mejorar la presentación.

Las principales operaciones tienen que ver con el manejo de la temperatura y la humedad relativa; el empaque; la aplicación de tratamientos suplementarios, como fungicidas, recubrimientos; el buen almacenamiento y el buen transporte.

a. Temperatura

Ya se ha indicado que el manejo correcto de la temperatura es la primera herramienta, y más efectiva para extender la vida útil y mejorar la calidad. Todos los otros procesos deben considerarse complementarios a éste.

En general, la aplicación de frío debe ser lo más rápida posible, por lo que es necesario seleccionar el sistema de preenfriamiento (remoción del calor de campo) y enfriamiento definitivo.

El método a aplicar (enfriado por aire, por agua, por vacío, por hielo) depende del tipo de producto, del tipo de empaque, de exigencias de mercado, de factores de costo, etc.

b. Control de la humedad relativa

Exige uso de aspersores, control de temperaturas de evaporadores en cámaras de frío o furgones refrigerados, uso de recubrimientos, humectación de pisos, control del movimiento del aire en enfriadores, cámaras y transportes.

c. Empaque

El empaque cumple una función múltiple: protege mecánicamente al producto, permite su eficiente manipulación, evita pérdidas de humedad, puede permitir la modificación de atmósferas y puede servir de exhibidor y vendedor silencioso.

No debe olvidarse nunca que para este tipo de productos el empaque debe permitir el adecuado enfriamiento y la ventilación. Empaques sellados semipermeables se emplean para lograr en su interior atmósferas modificadas.

d. Tratamientos suplementarios

Entre los muchos disponibles, debemos resaltar el empleo de fungicidas aprobados, el uso de ceras y otros recubrimientos de protección o solamente de efecto cosmético (brillo).

Dependiendo del producto, se aplicará etileno para promover la maduración en alguna etapa del proceso, o se emplearán absorbedores para eliminarlo.

e. Almacenamiento y transporte

A más de los factores ya mencionados como: temperatura, humedad relativa, circulación de aire; en el almacenamiento y transporte es muy importante considerar la compatibilidad de los productos que se coloquen juntos.

Si juntamos un producto que genere etileno con otro que tenga alta sensibilidad a esta hormona, tendremos problemas. Habrá que considerar también sensibilidades al ataque de patógenos y posibles contaminaciones de olor.

Durante el transporte, es de primordial importancia evitar el daño mecánico producido por golpes, vibraciones o cambios de temperatura, que puedan producir condensación de humedad.

La mala calidad de los caminos podría compensarse, en parte, con el empleo de vehículos provisto de amortiguadores de aire.

2.15 Condicionantes de la calidad de productos vegetales cortados

Son varias las características que definen a un producto fresco cortado de buena calidad. Apariencia fresca, textura aceptable, buen sabor y olor, seguridad microbiológica y vida útil suficientemente larga que permita incluir al producto dentro de un sistema de distribución, son algunos de los requisitos para que un producto sea considerado de calidad. Si alguno de estos requisitos no se cumple o se encuentra por debajo de los valores mínimos aceptables para cada parámetro, el producto pierde automáticamente su valor comercial. Factores como el cultivar, el estado de madurez al momento de la recolección, la manipulación durante la postcosecha.

El acondicionamiento de la materia prima, así como las condiciones de almacenamiento del producto terminado, son algunos de los que intervienen directamente en la calidad final de los productos frescos cortados.

2.16 Alimentos mínimamente procesados

A pesar de que un alimento mínimamente procesado se asocia a la idea de producto fresco, saludable y seguro debe de tenerse en cuenta que también puede estar contaminado.

Los vegetales frescos cortados se deterioran mucho más rápidamente que los productos intactos como resultado directo de las heridas asociadas al procesamiento, el cual conduce a cambios físicos y fisiológicos que afectan la calidad del alimento (Saltveit, 1997). Los síntomas de deterioro de productos frescos cortados incluyen cambios en la textura (flacidez debido a pérdida de agua en los tejidos); en el color, especialmente atribuido a pardeamiento oxidativo en las superficies cortadas (Brecht, 1995; Varoquaux, et al, 1994) y

riesgos de contaminaciones microbiológicas. Todos estos cambios van disminuyendo la vida útil de estos productos.

En la reacción bioquímica (oscurecimiento enzimático) hay una alteración de color, la reacción consiste en la oxidación de los compuestos fenólicos hasta quinonas mediante reacciones catalizadas por enzimas denominadas genéricamente polifenoloxidasas (PPO). La rotura del tejido que ocurre como consecuencia del procesado hace que las enzimas y sus sustratos presentes en el fruto, entren en contacto y reaccionen formando compuestos activos. Éstos a su vez experimentan procesos de polimerización que dan lugar a compuestos coloreados denominados melaninas, produciendo el pardeamiento superficial del producto y disminuyendo así su calidad visual.

El grado de oscurecimiento que sufren las frutas y vegetales frescos cortados puede depender de la concentración y tipo de compuestos fenólicos presentes en los frutos, actividad de la Polifenoloxidasas (PPO), estado de madurez, presencia de oxígeno (O_2) y compartimentación de las enzimas y sustratos (Nicolini, et al. 1994; Rocha, 1998).

2.17 Películas o recubrimientos: definición y aplicación

Las películas o recubrimientos comestibles pueden cumplir muchos de los requisitos involucrados en la comercialización de alimentos entre los que destacan el valor nutricional, la sanidad, alta calidad, estabilidad y economía.

De acuerdo con Krochta y De Mulder-Johnston (1997), una película comestible se define como aquella capa delgada de material comestible formada sobre un alimento como un recubrimiento, o colocada (lo que implica que debe ser preformada) sobre o entre los componentes de los alimentos. Ambos sistemas ofrecen una barrera selectiva a la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aromas, lípidos, etc.; además pueden servir como agentes acarreadores de otros ingredientes o aditivos (antioxidantes,

saborizantes, antimicrobianos y colorantes) para mejorar el potencial de conservación y las características de manejo del alimento. En algunos casos las películas comestibles con buenas propiedades mecánicas pueden llegar a sustituir a las películas de empaque sintéticas.

Las cubiertas comestibles pueden ser aplicadas directamente a la superficie del alimento como una barrera adicional de protección para mantener la calidad y estabilidad de un alimento. Para el caso de frutas y vegetales, los recubrimientos con polímeros comestibles y biodegradables ofrecen una alternativa de empaque sin causar daño al medio ambiente.

2.18 Materiales empleados en la elaboración de películas o recubrimientos comestibles

Las películas o recubrimientos comestibles pueden elaborarse a partir de polisacáridos, proteínas y/o lípidos. La selección de dichos materiales estará en función de las características del alimento al cual se desee aplicar.

2.18.1 Polisacáridos

Generalmente, los recubrimientos formados con polisacáridos exhiben una elevada permeabilidad al vapor de agua, debido a su naturaleza hidrofílica. Los polisacáridos solubles en agua son polímeros de cadena larga en forma lineal o ramificada que poseen unidades glucosídicas que, como media, poseen tres grupos hidroxilos, por lo que forman puentes de hidrógeno con el agua, y por lo tanto, las partículas de polisacáridos pueden tomar las moléculas del agua, hincharse con ellas y solubilizarse total o parcialmente dando un carácter espesante y/o gelificante a la fase acuosa (Fennema, 1982; Baldwin y col., 1995).

Los recubrimientos o películas comestibles elaboradas a base de polisacáridos como compuestos estructurales, se han aplicado con éxito para

prolongar la vida de anaquel de frutas, hortalizas, productos marinos o de carne reduciendo su deshidratación, para reducir los niveles internos de O₂ y elevar los de CO₂, y evitar la rancidez oxidativa y obscurecimiento superficial, a pesar de que la mayoría de ellos no evitan por completo la pérdida de humedad (Nisperos-Carriedo, 1994).

2.18.2 Proteínas

Las películas o recubrimientos elaborados con proteínas también presentan gran permeabilidad al vapor de agua, 2 ó 4 veces más que los empaques plásticos, son buenas formadoras de películas y se adhieren a las superficies hidrofílicas (Rendell-Dunn, 1990).

Sin embargo, se puede aumentar la resistencia a la transmisión de vapor de agua mediante la combinación de proteínas con materiales hidrofóbicos, estas películas compuestas ofrecen una mayor expectativa de aplicación (Gennadios y col., 1994). Las principales proteínas que pueden ser empleadas en la elaboración de películas compuestas comestibles son: colágeno, gelatina, proteínas de la leche, proteínas derivadas de los cereales, proteínas oleosas entre otras.

2.18.3 Lípidos y resinas

Generalmente las películas o recubrimientos elaborados a partir de ceras han mostrado ser más resistentes al transporte de la humedad que otras películas elaboradas con otros lípidos o resinas. Materiales hidrofóbicos como ceras y ésteres de ácidos grasos han sido aplicados como recubrimientos, observando que presentan excelentes barreras que limitan la transferencia de vapor de agua, no obstante, no poseen la capacidad de formar películas con estabilidad y maleabilidad adecuadas para su manejo (Kamper y Fennema, 1985; Baldwin y col., 1997).

Entre los materiales lipídicos que se han empleado para la elaboración de formulaciones destinadas a productos ligeramente procesados, se

encuentran la cera de abejas, monoglicéridos acetilados, ácido esteárico, ácido láurico y ésteres de ácidos grasos sacarosa (Wong y col., 1994).

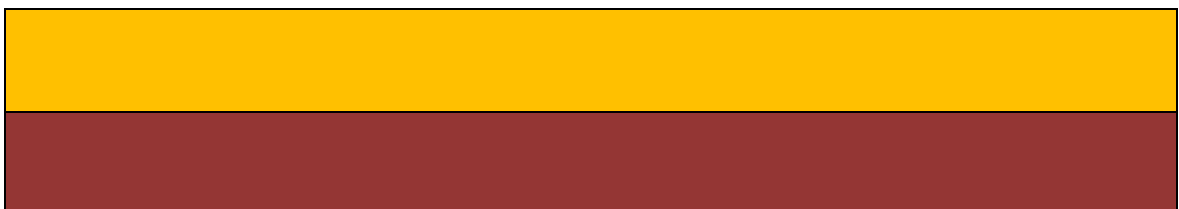
2.18.4 Multicomponentes

Con la intención de aprovechar las ventajas de los diferentes componentes, las formulaciones se elaboran combinando los materiales mencionados en diferentes proporciones. En estas cubiertas compuestas, el uso de 2 ó más materiales simplemente combinados o laminados permiten mejorar las propiedades de intercambio gaseoso, adherencia y permeabilidad al vapor de agua. Las películas compuestas de quitosano y algunos ácidos grasos de punto de ebullición alto producen una sal de ácido graso-quitosano, en donde la transmisión del agua depende de la hidrofobicidad de la cadena del ácido graso, encontrándose que con la película de ácido láurico-quitosano se obtiene una estructura única de placas sobrepuestas que mejoran la propiedad de resistencia al agua de la cubierta, mientras que la tasa de difusión gaseosa no se afecta por la hidrofobicidad de la película (Wong y col., 1992). Este tipo de recubrimientos tienen potencial para cubrir productos vegetales enteros o mínimamente procesados.

2.19 Formulación de películas o recubrimientos

Los recubrimientos o películas desarrollados con la combinación de sustancias hidrofóbicas y sustancias hidrofílicas básicamente pueden tener dos formas: una cubierta en bicapa o un recubrimiento emulsificado (Fig. 1)

(a)



(b)

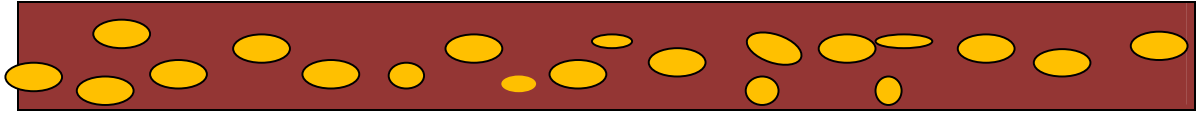


Figura. 1 Recubrimiento o película en bicapa (a) y emulsificada (b). Fuente: Kester y Fennema, 1989.

Se ha reportado que las películas laminadas en bicapa son más eficaces como barrera contra la transferencia de agua (Kester y Fennema, 1989; Greener y Fennema, 1989; Martin-Polo y col., 1992a; Debeaufort y Voilley, 1995). Sin embargo la principal desventaja de las películas o recubrimientos en bicapa es que su preparación requiere de 4 pasos: 2 aplicaciones y 2 etapas de secado; siendo esta la razón por la cual la industria alimentaria se inclina por el uso de formulaciones emulsificadas en las que los lípidos (aceites o ceras) y las sustancias formadoras de matrices estructurales están asociadas en una emulsión. En este caso el recubrimiento se aplica sobre la superficie del alimento y sólo se requiere una etapa de secado. Es importante señalar que la técnica de preparación de la formulación afecta la estructura final de la película o recubrimiento formado.

2.20 Propiedades funcionales de las películas comestibles y/o biodegradables

Las películas comestibles y/o biodegradables no siempre reemplazan los empaques sintéticos, sino que racionalizan su uso, además prolongan el estado de frescura de frutos y vegetales y el tiempo de vida útil de los alimentos así también mejoran la eficiencia económica de los materiales de empaque (De la Rosa 2007).

Las principales propiedades funcionales de las películas comestibles y/o biodegradables es que actúan como: barrera a la humedad; es una de las

características funcionales más importante de las películas (Kester y Fennema, 1986). La deshidratación superficial constituye uno de los principales problemas en el mantenimiento de la calidad de los productos cortados. La pérdida de agua de frutas y vegetales frescos cortados se traduce en una pérdida de peso y de turgor del producto. Las películas también presentan una barrera al oxígeno y al dióxido de carbono. La permeabilidad de las películas o cubiertas comestibles se relaciona con la resistencia a los gases, al vapor de agua y al transporte de solutos.

2.21 Ventajas y desventajas del uso de películas comestibles

Dentro de las principales ventajas del uso de películas comestibles en productos frescos cortados se encuentran una mejor retención del color, ácidos, azúcares y componentes del sabor, una reducción de la pérdida de agua, disminución de los desórdenes metabólicos durante el período de conservación, y una forma de soporte de otros compuestos, una indiscutible reducción en el uso de envases sintéticos y un mantenimiento de la calidad durante el almacenamiento (Nisperos-Carriedo *et al*, 1992; Park *et al*, 1994; Sothornvit y Krochta, 2000).

Sin embargo, su utilización también presenta inconvenientes. Una de las principales desventajas del uso de los Películas Comestibles es su grosor, ya que este puede restringir el intercambio gaseoso durante la respiración de los tejidos, pudiendo causar acumulación de altos niveles de etanol y por lo tanto el desarrollo de malos sabores (El Ghaouth *et al.*, 1992; Howard y Dewi, 1995).

Por otro lado, recubrimientos con escasas propiedades de barrera al vapor de agua pueden causar pérdida de peso y de humedad del alimento sobre el que están aplicados, aunque puede prevenirse la condensación de vapor de agua, que puede dar origen al crecimiento microbiano en Frutas y Hortalizas envasadas (Ben-Yehoshua, 1985). Las películas con buenas propiedades de barrera a los gases pueden dar origen a la respiración

anaeróbica e interferir con el proceso normal de maduración (Meheriuk y Lau, 1998). Las coberturas deben permitir el paso de cierta cantidad de oxígeno a través del recubrimiento con el fin de evitar condiciones anaeróbicas y sus negativas consecuencias.

2.22 Aplicación de las películas en la industria de alimentos

La mayoría de las películas no pueden ser utilizados en productos con a_w mayor a 0.94, debido a que se degradan o disuelven con el contacto a la humedad y pueden perder sus propiedades de barrera, al menos que la utilización de la película sea para una protección de corto tiempo o el alimento se congele inmediatamente (Guilbert, 1986).

Es importante valorar las características funcionales de una película comestible para una aplicación particular que depende generalmente de la naturaleza del alimento, de sus propiedades físico-químicas y de su primer modo de deterioro. Por ejemplo: para la protección de un alimento oxidable es necesaria una película con buenas propiedades que sirva de barrera al oxígeno por el contrario para la envoltura de frutas y verduras frescas será necesaria cierta permeabilidad al oxígeno y sobre todo al anhídrido carbónico (Labuza y Contreras- Medellín, 1981).

2.22.1 Técnicas de aplicación de películas

El modo de aplicación de una película comestible depende en gran medida del tipo de producto que se desee recubrir (Soliva y Martin, 2001). La aplicación directa de la solución formadora de película, sobre el alimento o producto, se puede llevar a cabo por métodos de inmersión, frotación,

aspersión, entre otros (Krochta y De Mulder- Johston, 1997; Debeaufort et al 2003).

En caso de productos que requieren una capa uniforme en una superficie irregular, la inmersión es la técnica que proporciona mejores resultados. Ésta técnica es la más utilizada en el recubrimiento de frutas, vegetales y productos cárnicos (Tharanathan, 2003). En el caso de frutas y verduras, la inmersión se realiza en tanques que contienen las fórmulas formadoras de cubiertas. Posteriormente a esto se procede a un escurrido y secado, dejando que se forme una película delgada sobre la superficie del producto (Pérez y Báez, 2003).

La aplicación de cubiertas por aspersión es el método convencional usado generalmente en muchos de los casos. Debido a la alta presión (60.80 psi) se requiere un menor gasto de solución formadora de película para obtener recubrimientos uniformes (Tharanathas, 2003).

El método de frotación utiliza aire comprimido (menos de 5 psi o 35 kPa) que es aplicado a líneas de empaque que poseen rodillos en movimiento para lograr una dispersión uniforme. El exceso de cubiertas es removido con cepillos colocados por debajo de los rodillos. La cubierta espumosa contiene un poco de agua para así facilitar el proceso de secado (Pérez y Báez, 2003).

Cabe hacer notar que en el caso de cubiertas aplicadas directamente al producto, existe dos condiciones relevantes: cohesión entre las moléculas del material de la cubierta y adhesión entre la cubierta y estructura de soporte. El grado de cohesión influye en las propiedades de barrera y mecánicas de las películas, de forma que una cohesión estructural elevada se traduce en una reducción de la flexibilidad, de la porosidad y de la permeabilidad a los gases y a los solutos (Guilbert y Biquet, 1995). La cohesión depende de la estructura química del biopolímero, del proceso de elaboración, parámetros empleados (temperatura, presión, tipo de solvente y dilución, técnica de aplicación, procedimiento de eliminación de solvente, etc.), presencia de plastificantes,

agentes ligantes y del espesor final de la película. La cohesión entre los componentes de las películas es favorecida por la presencia de polímeros ordenados de cadena larga (Guilbert et al, 1996).

La adhesividad de la película sobre la superficie del alimento depende principalmente de su naturaleza y del número de interacciones o enlaces entre el recubrimiento y el soporte. Por lo tanto, el uso de sustancias tensoactivas tales como los emulsificantes, hacen posible la adherencia de una película hidrófoba sobre un producto alimenticio muy hidrofílico.

2.23 Quitosano

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.

La materia prima de la que se obtiene el quitosano es la quitina, sustancia de origen natural, la cual químicamente es un polisacárido que se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, formando parte del exoesqueleto de crustáceos e insectos a los que les confiere rigidez e impermeabilidad. También se encuentra en algunos hongos. La obtención de quitosano a partir de la quitina es a través de un proceso de desacetilación parcial. Así pues, el quitosano es un copolímero de N-acetilglucosaminas y glucosaminas. Bajo el epígrafe quitosano se incluye una serie de polímeros de diferentes pesos moleculares (50 KDa a 2000 KDa), viscosidades y grado de desacetilación (40-98%). La estructura química del quitosano se muestra en la figura 2.

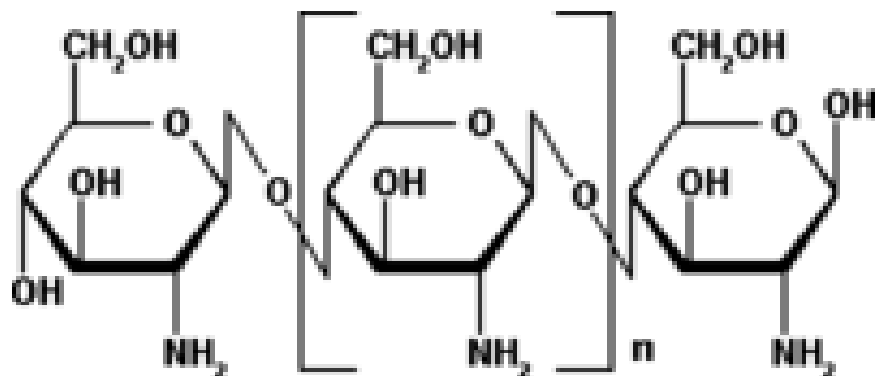


Figura 2. Fórmula química del quitosano. Fuente: Wikipedia, 2010.

2.23.1 Propiedades físico-químicas del quitosano

Debido a su alto peso molecular y a su estructura lineal no ramificada, el quitosano es un potente agente espesante en medio ácido y se comporta como un material pseudoplástico, con viscosidad dependiente de la agitación. La viscosidad de las soluciones de quitosano aumenta al incrementar la concentración de éste, mientras que disminuye al elevar la temperatura y el grado de desacetilación del producto. Es insoluble a pH alcalino y neutro, siendo soluble sólo en ácidos, sobre todo en ácidos orgánicos, presentando solubilidad limitada en ácidos inorgánicos. En disolución, los grupos amino del polímero se protonan dando como resultado un polisacárido soluble cargado positivamente ($R-NH_3^+$). Por otra parte, las sales de quitosano (con glutamato o cloruro) son solubles en agua, siendo la solubilidad dependiente del grado de desacetilación del quitosano. Así, con bajo grado de desacetilación, llega a ser soluble hasta $pH = 9$, mientras que con un grado de desacetilación alto es soluble hasta $pH = 6,5$.

La solubilidad también se encuentra influenciada por la adición de sales a la solución, viéndose que al aumentar la fuerza iónica del medio, menor es la solubilidad. Esto se debe, a que el quitosano en solución, tiene una conformación extendida al repelerse las cargas (+) desacetiladas de cada unidad, de las unidades de glucosamina vecinas. Al adicionar electrolitos se reduce este efecto, dando una conformación en espiral al azar. Si se aumenta

mucho la concentración de electrolitos en el medio, habrá una sobresaturación, dando lugar a la precipitación del quitosano desde la solución.

2.24 Desarrollo de películas con quitosano

El quitosano representa una alternativa interesante en la formulación de recubrimientos y películas comestibles, debido a sus propiedades bioquímicas y formadoras de película. Este polímero ha sido empleado con éxito en estudios realizados sobre tomates, pepinos, calabacines, aguacates y algunas frutas como mango, manzana, papaya, etc.

Las películas de quitosano son resistentes, duraderas, flexibles y muy difíciles de romper, con propiedades mecánicas similares a algunos polímeros comerciales. Tienen una moderada permeabilidad al agua, constituyen buenas barreras para la penetración del oxígeno, disminuyen las tasas de respiración, retrasan el proceso de maduración (debido al etileno y dióxido de carbono) y además inhiben el desarrollo fúngico.

La estructura molecular del quitosano posibilita también que actúe como liberador de sustancias de una manera controlada, pudiéndose utilizar para incluir aditivos o ingredientes funcionales en los recubrimientos de alimentos frescos o mínimamente procesados.

2.25 El quitosano actúa como:

2.25.1 Agente antimicrobiano

En lo que respecta a la actividad antimicrobiana del quitosano, su espectro de actuación es amplio, afectando a bacterias, mohos y levaduras. Esta propiedad ha sido ampliamente descrita en la literatura científica, sobre todo en estudios basados en experimentos *in vitro* frente a diversos grupos de microorganismos. Aunque su actividad antimicrobiana depende de diversos factores que pueden limitar su eficacia, los estudios demuestran que se puede

considerar un compuesto interesante para su utilización como conservador, en alimentos, con un potencial considerable para mejorar la calidad y seguridad de los mismos.

Los mohos y levaduras son el grupo más sensible al quitosano, seguidos de las bacterias Gram positivas y las Gram negativas.

2.25.2 Aditivo

Por sus propiedades espesantes, gelificantes, y emulsificantes, el quitosano y sus derivados pueden ser considerados mejoradores de la textura de los alimentos, ya que fijan agua y grasa. También pueden ser utilizados como estabilizantes del color, o como agentes floculantes, utilizándose para la clarificación de bebidas (vinos, zumos, etc.).

Diversos estudios ponen de manifiesto también la efectividad del quitosano como antioxidante secundario, por su habilidad de quelar iones metálicos implicados en la catálisis de las reacciones oxidativas.

2.25.3 Alimentación funcional

El quitosano constituye un compuesto prometedor en el campo de la alimentación funcional. Así, por ejemplo, el quitosano puede actuar como liberador de ingredientes funcionales en los recubrimientos de alimentos frescos o mínimamente procesados. También, debido a su mecanismo de acción, se puede considerar que tiene propiedades similares a las de la fibra dietética.

2.26 Las cualidades del quitosano

El quitosán es soluble en agua acidificada. Esta solubilidad y su viscosidad (que puede hacerse más espesa o más ligera, según se requiera) son características que lo hacen aplicable a usos variados, así como su acción

de "imán bioquímico", capaz de detectar sustancias nocivas. Por ejemplo, en el estómago humano, atrapa grasas como el colesterol y los triglicéridos, a los que conduce por el intestino capturados hasta evacuarlos. Así que una aplicación farmacéutica lo utiliza como regulador del peso corporal, mientras que también sirve como regulador de la presión arterial, consecuente a la disminución de grasas.

Al gran número de trabajos que existen sobre este versátil material es conveniente realizar una clasificación por área sobre las aplicaciones que se le han ido dando.

2.27 Usos y aplicaciones

Tiene diferentes aplicaciones en la industria de las cuales se mencionan a continuación:

2.27.1 En la industria de alimentos: este derivado de la quitina se utiliza para dar consistencia y viscosidad a los aderezos para ensaladas y mayonesas, mientras que en las frutas y verduras frescas sirve como un protector antimicrobiano.

2.27.2 En la industria papelera: donde el principal insumo es la celulosa, el quitosán sirve para fijar y dar resistencia al papel, mientras que una de sus aplicaciones más prometedoras podría ser como plástico biodegradable, sustituyendo al plástico tradicional derivado del petróleo, uno de los materiales más utilizados en el mundo y más difíciles de degradarse, lo que genera mucha contaminación.

2.27.3 Química analítica: aplicaciones cromatográficas, intercambiadores de iones, absorción de iones de metales pesados y absorción de ácidos, fabricación de electrodos específicos para metales, etc.

2.27.4 Biomedicina: membrana de hemodiálisis, suturas biodegradables, sustituyentes artificiales de la piel, agente cicatrizante en quemaduras, sistemas liberadores de fármacos, liberación de insulina, transporte de agentes anticancerígenos, tratamiento de tumores (leucemia), control del virus del SIDA, etc.

2.27.5 Industria de los cosméticos: en donde el quitosán se introduce en cremas humectantes, pues es una molécula que absorbe el agua. Algunos fabricantes de shampoo lo utilizan como ingrediente, ya que desarrolla una película que da protección y brillo al cabello. Espumas de afeitar, cremas para la piel y el cuerpo.

2.27.6 Tratamiento de agua: agente floculante, agente coagulante, tratamientos de flotación para la remoción de aceite de pescado en agua, agentes filtrantes para piscinas y spas, remoción de metales, remoción de surfactantes, etc.

2.27.7 Agricultura y ganadería: recubrimiento de semillas para su conservación durante el almacenamiento, sistemas liberadores de fertilizantes, aditivo para alimento de animales, en formulación de pesticidas, etc.

2.27.8 Dietéticos: adelgazantes (existe una amplia variedad de productos comerciales que ofrecen el polímero como atrapador de grasas en el estómago).

2.28 Evaluación sensorial

La palabra sensorial se deriva del latín *sensus* que quiere decir sentido (Anzaldúa, 1994). La evaluación sensorial es la ciencia que se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un alimento ingrediente o producto las cuales son percibidas por los sentidos humanos que son: gusto,

vista, olfato, tacto y oído (Pedrero, 1989). Las pruebas sensoriales son utilizadas en diversas industrias tales como la alimentaria, la perfumería, la farmacéutica y la industria de pinturas y tinte entre otras. Entre las características que pueden mencionarse de estos cinco sentidos son:

Gusto: dulce, amargo, salado y ácido.

Vista: apariencia, color, tamaño, forma, superficie y el brillo.

Olfato: olor y aroma.

Tacto: textura, temperatura, peso, dureza y viscosidad.

Oído: sonidos como la textura y rugosidad del alimento (Anzaldúa, 1994).

2.29 Propiedades sensoriales

Las propiedades de los alimentos son los atributos que son detectados por medio de los sentidos tales como:

1. Color. (sust): Sensación producida por la estimulación de la retina por los rayos de luz de varias longitudes de onda.

Esta propiedad puede ser medida instrumentalmente con los colorímetros, el más común de los cuales es el colorímetro Hunter cuenta con un sistema para medir los parámetros del color (Giese, 1995) pero estos aparatos resultan muy costosos además de que requieren de un manejo cuidadoso y de mantenimiento especializado (Hernández, 2003).

2. Olor. (sust): Conjunto de sensaciones percibidas principalmente por el órgano olfativo cuando se inspiran determinadas sustancias volátiles.

Es la percepción, por medio de la nariz, de las sustancias volátiles presentes en los objetos. En la evaluación sensorial de los alimentos es de gran importancia que no haya contaminación de un olor con otro ya que puede

alterar sus propiedades a evaluar. El olor es generalmente evaluado mediante la técnica de "Sniffing", esta resulta de la combinación del análisis sensorial olfativo con el análisis instrumental realizado con un cromatógrafo de gases (González, 1993).

3. Aroma. (sust): Sensación de olor con una connotación placentera que se percibe por vía nasal directa o indirecta por vía retronasal.

Esta propiedad consiste en la percepción de sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberlo colocado en la boca. Estas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe y llegan a los sensores del olfato mediante la trompa de Eustaquio.

4. Gusto. (sust): Sensaciones percibidas por el órgano del gusto cuando es estimulado por ciertas sustancias solubles. Atributo de productos que originan sensaciones gustativas.

Puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo o bien la combinación de estos cuatro. Esta propiedad es detectada por la lengua.

5. Sabor. (sust): Sensación olfativa y/o gustativa que ocurre después de la deglución del producto, y que difiere de las sensaciones percibidas mientras el producto está en la boca.

Esta combina tres propiedades: el olor, el aroma, y el gusto. Esta propiedad es la que diferencia a un alimento de otro ya que se puede probar con los ojos cerrados y la nariz tapada solamente se podrá evaluar si el alimento es dulce, salado, amargo o ácido.

6. Textura. (sust): Conjunto de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto perceptibles por los mecano-receptores, los receptores táctiles y donde sea apropiado visuales y auditivos.

Es la respuesta primaria de los sentidos táctiles a los estímulos físicos que resultan del contacto entre alguna parte del cuerpo y el alimento (Bourne,

2002). Esta percepción también puede ser medida instrumentalmente con el texturómetro, el cual se basa en la medida de aspectos como la deformación, la compresión, la resistencia y la fuerza de corte (Sancho, 2002).

7. Apariencia.

Es lo que se percibe en lo exterior de los alimentos como su color, forma, tamaño y características del objeto que se está observando.

2.30 Usos e importancia de la evaluación sensorial

La evaluación sensorial es de gran importancia prácticamente en todas las etapas de producción y el desarrollo en la industria alimentaria, para conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto.

También, es importante porque tiene funciones de control de calidad y estandarización de un alimento. Una vez aseguradas la calidad nutricional y sanitaria, la calidad sensorial y la aceptabilidad por el consumidor pueden ser evaluadas controlando sensorialmente la calidad de la materia prima, el almacenamiento o las estrategias del mercado.

La evaluación sensorial es de gran utilidad ya que se aplica para la mejora de un producto mediante el estudio de los defectos sensoriales o atributos deseables tras la modificación de la fórmula de un producto, ya sea por eliminación, sustitución o adición de un nuevo componente o ya sea por la modificación del proceso de elaboración del producto.

La evaluación desempeña un papel muy importante en las actividades de investigación sobre alimentos. Es de especial utilidad para la industria alimentaria la aplicación de los resultados de la evaluación sensorial y asociarlos con aquellos obtenidos por los instrumentos analíticos. Para esto es indispensable la selección y entrenamiento de un panel de jueces, así como el desarrollo de una terminología descriptiva, técnicas de evaluación sensorial y ensayos fisicoquímicos que ayuden a caracterizar los atributos sensoriales de

una alimento, sin olvidarnos que el consumidor es el que determina al ultimo la evolución o transformación de un producto (Ibáñez, 2001).

2.31 Tipos de jueces

2.31.1 Juez experto

Es una persona que posee una gran experiencia en probar un determinado alimento, además que posee una sensibilidad para percibir las diferencias entre las muestras, también para distinguir y evaluar las características del alimento.

Este tipo de jueces intervienen en productos que son muy caros, además que cobran sueldos muy altos debido a que su entrenamiento es muy largo y costoso y solo bastaría con su respuesta para saber si el alimento es aceptado por el consumidor.

2.31.2 Juez entrenado

Es una persona que posee bastante habilidad para detectar alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, este juez ha recibido enseñanza teórica y práctica sobre la evaluación sensorial, además de que ya sabe lo que se va a medir, este suele realizar pruebas sensoriales regularmente. El número requerido de participantes debe ser mínimo siete y como máximo quince. Estos jueces se emplean para pruebas descriptivas o para pruebas discriminativas complejas.

2.31.3 Juez semientrenado o de laboratorio

Estos han recibido un entrenamiento similar al de los jueces entrenados; realizan pruebas con frecuencia y son hábiles. Generalmente participan en pruebas discriminativas sencillas ya que estos van a diferenciar entre muestras y no medir propiedades o usar escalas. El número de jueces debe ser mínimo

de diez y máximo de veinte o cuando mucho veinticinco, con tres o cuatro repeticiones por cada juez para cada muestra.

2.31.4 Juez consumidor

Estas personas no tienen nada que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos o empresas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales. Estas personas son tomadas al azar, ya sea en la calle o en tiendas y supermercados. Este tipo de jueces se emplean para pruebas afectivas y nunca para discriminativas o descriptivas. Es importante escoger a consumidores habituales del producto a probar o si el producto es nuevo deben ser consumidores potenciales. El número de jueces es de treinta como mínimo para que tenga validez estadística en los datos recolectados.

2.32 Clasificación de las pruebas sensoriales

De acuerdo al tipo de panelista

En las siguientes pruebas, el panelista debe ser una persona altamente entrenada o bien un consumidor típico.

- Evaluación sensorial tipo I.

Este tiene como objetivo caracterizar cualquier diferencia entre los alimentos, además de que cada atributo es evaluado separadamente. Al evaluar de esta manera se eliminan o reducen las interferencias sensoriales cruzadas. Si los jueces ven diferencias visuales, ellos tienden a desviarse pensando que perciben diferencias de justos. Las estrategias para eliminar interferencias pueden resultar complejas. En este tipo de pruebas la confiabilidad y la sensibilidad son factores claves ya que los participantes son vistos como instrumentos analíticos que detectan y miden cambios en los

alimentos. Entre las más comunes pruebas están las psicofísicas, las triangulares, dúo-trío y la de n-elección alternativa forzada.

- Evaluación sensorial tipo II.

En las siguientes pruebas se evalúa si los consumidores pueden distinguir, bajo condiciones usuales de consumo, diferencias pequeñas.

De acuerdo al tipo de objetivo

Esta se basa en el objetivo que se percibe en realizar la prueba

- Pruebas descriptivas

En esta prueba se describen las propiedades sensoriales de los productos y mide las intensidades percibidas. En este caso, las personas son seleccionadas y entrenadas; generalmente, el número de sujetos es de seis o doce personas. Los métodos más comunes son: el perfil del sabor, el perfil de la textura, el análisis descriptivo cuantitativo (ADC) y el método Spectrum.

- Pruebas afectivas

En estas pruebas se miden actitudes subjetivas como la aceptación y la preferencia de un producto. Los participantes son usualmente consumidores, seleccionados por el uso actual o potencial de los productos. El número de consumidores que participan es de 75 a 200. El objetivo de estas pruebas es de seleccionar, ordenar o calificar muestras.

- Pruebas discriminativas

El objetivo de estas pruebas es determinar si las pruebas son diferentes unas de las otras. En este tipo de pruebas se usan de doce a veinte personas calificadas (Hernández, 2007). Pueden usarse jueces semientrenados cuando

las pruebas son sencillas, tales como la de comparación apareada simple, la dúo-trío o triangular; sin embargo para algunas comparaciones más complejas como las comparaciones apareadas de Scheffer o las de comparaciones múltiples, es preferible que los jueces sean entrenados, ya que hay que considerar diferencias en cuanto a algún atributo en particular (Anzaldúa Morales y col., 1983).

Los métodos de pruebas más usadas son: diferencia apareada, triangulares, las de dúo-trío y las de 2-elección alternativa forzada y elección alternativa forzada (Hernández, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Reactivos

- Chitosan from crab shells SIGMA
- Ácido Oleico
- Acido cítrico monohidratado JALMEK
- Ácido cítrico
- Papas
- Salsa de Tomate (KETCHUP)

3.2 Material y equipo

- Sanitas
- Freidora T-Fal Maxifry Deep Fryer
- Balanza analítica Ohaus Adventurer
- Espátula

- Vasos precipitados de 1000 mL
- Parrilla de calentamiento y agitador magnético (2)
- Estufa de secado AF Model 40 Lab Oven
- Refrigerador Mabe
- Charolas de aluminio
- Cuchillo
- Tabla
- Pela papas
- Termómetro -20-50°C
- Cuchara
- Embudo
- Vasos térmicos desechables
- Platos térmicos desechables
- Probeta 500 mL
- Balanza analítica TOR-REY
- Pinzas de plástico
- Micropipeta ACCUMAX 100-1000 mL
- Papel encerado 304.8mm x22.80mm
- Bolsas zyploc hermeticas 16.5cm x14.9cm
- Rebanadora XC-7586
- Servilletas

- Popotes
- Bolígrafos
- Hojas de evaluación
- Etiquetas Adhesivas
- Incentivos (dulces o botanas)

Selección de la materia prima

a. Para el desarrollo del experimento se tomaron en cuenta características de color y tamaño de las papas, cuidando que el tubérculo estuviera libre de algún daño físico que pudiera afectar a la papa.



Figura 3. Papas

b. Enseguida se lavan los frutos con agua pura eliminando cualquier residuo de tierra o materia extraña a ellos, se pelan para después cortarlos en tiras a un tamaño de 1.5 y 5 cm de ancho y largo, respectivamente, con una cortadora de papa manual.



Figura 4. Lavado

Figura 5. Pelado

Figura 6. Cortado

c. Se preparó la película de quitosano siguiendo la formulación correspondiente (cuadro 1).

Se preparó y aplicó la película de quitosano.

3.3 Elaboración de la película

La elaboración de la película de quitosano para el recubrimiento se llevó a cabo en el laboratorio de Ciencia y Tecnología de alimentos, en el Cuadro 1 se muestran las cantidades necesarias para preparar 100 mL de película.

Cuadro 1. Ingredientes para la elaboración de 100 mL de película.

Película	
Ingredientes	Cantidades en g
Acido Oleico	0.6 g
Quitosano	1 g
Ácido cítrico	1.5 g
Agua	100 mL

En 100mL de agua destilada se agrega primero 0.6 g ácido oleico, 1.5 g ácido cítrico, calentar a 40°C y luego se agita y se le agrega 1 g quitosano Se agita por 30 minutos.

Las papas se lavan, pelan y se cortan en tiras, poquito antes de que esté la película.

Cabe señalar que se preparan muestras testigo (tiras de papa), las cuales se sumergen en ácido cítrico al 0.1 g durante tres minutos. A continuación se colocan en un escurridor a temperatura ambiente por 1 hora y posteriormente se ponen en la estufa a 55-60°C por 1 hora.

Pasado ese tiempo se empacan en bolsas ziploc y se dejan en refrigeración a 5°C durante 24 horas.



Figura 7. Formación de la película



Figura 8. Pesado del ácido cítrico



Figura 9. Pesado del quitosano

d. Para aplicar la película a las tiras de papa problema, las tiras se sumergieron en la solución de quitosano por 2 minutos y después se secaron a temperatura ambiente durante una hora y posteriormente en la estufa por otra hora.



Figura 10. Sumergir las tiras de papa



Figura 11. Tiras de papa con película

Figura 12. Tiras de papa con ácido cítrico

e. Para el almacenamiento los productos se empacaron en bolsas de polietileno de baja densidad (ziploc) y se almacenaron a una temperatura de 5°C por 24 horas.

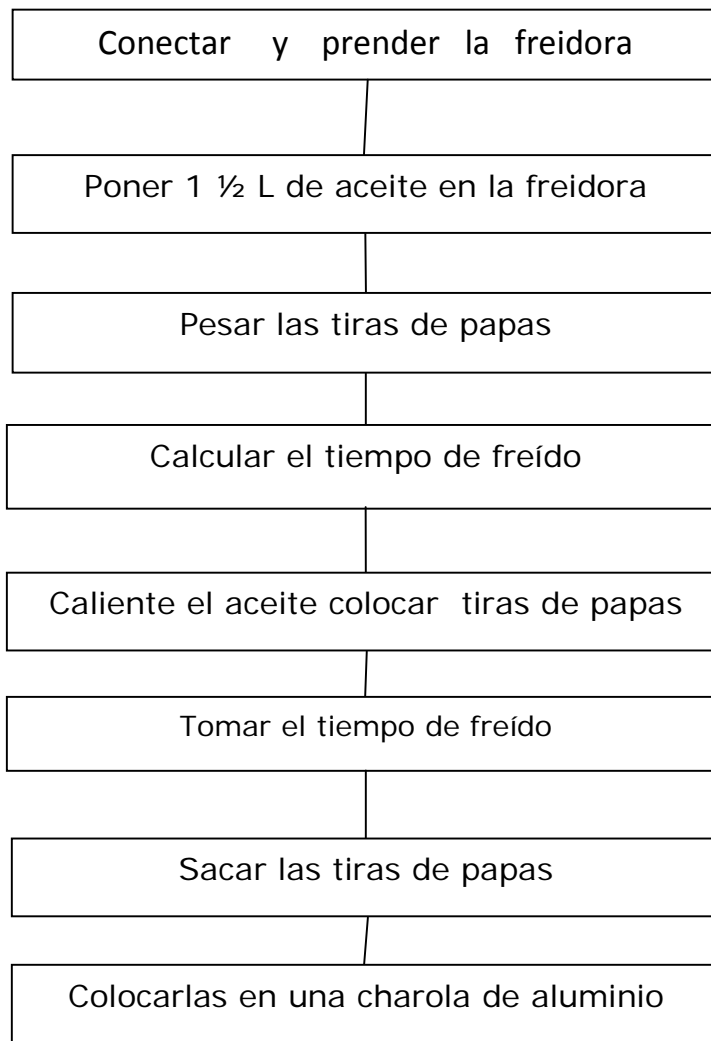


Figura13. Tiras de papas en bolsas de ziploc

f. Se frieron las tiras de papas a (190°C) y el tiempo de freído se determinó de acuerdo al instructivo de la freidora, donde para 1 kg de tiras de papas se requiere un tiempo de 16 minutos, por lo tanto se definió el tiempo de

acuerdo al número de tiras a freír. El procedimiento para freír las tiras de papa se describe en la Figura 3.

Diagrama del proceso de freído de las tiras de papas



Posteriormente secarlas del aceite

Figura 14. Diagrama del proceso de freído de las tiras de papas.

g. Evaluar sensorialmente las tiras de papa utilizando el método discriminativo y afectivo.



Figura 15. Hoja de evaluación

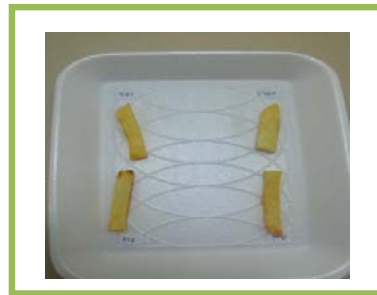


Figura 16. Par de muestras

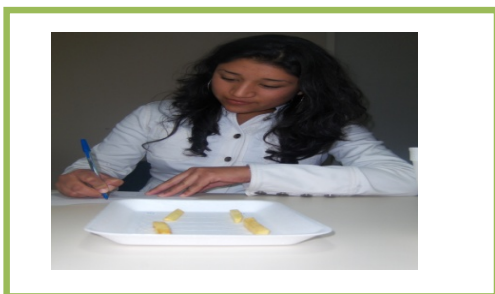


Figura 17. Juez llenando la hoja de evaluación



Figura 18. Juez probando las muestras

3.4 Análisis sensorial

Para el análisis sensorial participó un panel de jueces semientrenados, estudiantes de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

A cada juez se le proporcionaban dos pares de muestras un par de las muestras tenían película y el otro par eran sin película.

El análisis sensorial se realizó empleando dos técnicas. La primera fue discriminativa (color, olor, sabor, textura), en esta prueba se les pidió a los jueces que determinaran si las muestras son diferentes unas de las otras en cuanto a las características antes mencionadas. Posteriormente se les pidió que contestaran cual de las muestras prefieren las con película o sin película.

3.5 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron por el método de Ji-cuadrada (Pedrero, 1989).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Análisis sensorial utilizando la prueba afectiva.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de preferencia el **61.666%** de los jueces se inclinaron por las tiras de papa sin la película y solo el **38.333%** aceptaron las tiras de papa con la aplicación de la película de quitosano.

En la última prueba de preferencia que se hizo utilizando un par de muestras con y sin película el **79.666%** de los jueces se inclinaron por las tiras de papa sin la película y solo el **20.833%** aceptaron las tiras de papa con la cubierta de quitosano.

4.2 Análisis sensorial utilizando la prueba discriminativa.

De acuerdo a los resultados de la prueba discriminativa, las muestras son diferentes unas de otras en cuanto a las características organolépticas (color, olor, sabor y textura).

Cuadro 2. Resultados de la prueba discriminativa por medio de la técnica Ji-Cuadrada.

ATRIBUTO	PRUEBAS				
	1 (n=66)	2 (n=64)	3 (n=78)	4 (n=54)	Total (n=262)
Color	2.56	3.40	8.01*	0.01	11.54*
Olor	16.50*	2.56	30.78*	0.01	35.91*
Sabor	18.56*	5.46*	6.78*	3.12	31.60*
Textura	8.01*	1.83	28.32*	0.01	26.29*

*Diferencia significativa entre las muestras con y sin la aplicación de películas de quitosano ($P < 0.05$). El valor de F de tablas fue 3.84

Para la formación de la película de quitosano se utilizó una concentración 1.5 g de ácido cítrico monohidratado y para evitar la oxidación de las tiras de papa, que no se les aplicó película, se sumergieron en una solución de ácido cítrico a una concentración de 0.1 %.

El olor fue la característica en la cual los jueces detectaron mayor diferencia entre las tiras de papas con película y sin película de quitosano debido a las concentraciones del ácido cítrico monohidratado.

También en el sabor fue donde los jueces detectaron diferencia significativa con un 31.60* entre las tiras de papas con película y sin película de quitosano debido a las concentraciones del ácido cítrico monohidratado.

Considerando los comentarios hechos por los jueces mencionan que las tiras de papa con película no eran de su preferencia debido al sabor y olor que eran agrios o ácidos. Esto es debido a las concentraciones empleadas de ácido cítrico.

V. CONCLUSIONES

Las tiras de papas sin la aplicación de la película de quitosano, fue la preferida por los jueces.

Los jueces encontraron diferencias significativas entre las tiras de papa sin la aplicación de la película de quitosano.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda que la siguiente investigación se reduzca las concentraciones de ácido cítrico monohidratado empleado para la elaboración de la película.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Anónimo 1, Confederación Nacional de Productores de Papa de la Republica, Mexicana, disponible:www.conpapa.org.mx/panorhamexico.html,5 /11/09, 6:30 pm.

Anónimo 2, Fórmula química del quitosano, disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Chitosan> 12/04/2010,8:10 pm.

Anónimo 3. Investigación y Desarrollo, Periodismo de Ciencia y Tecnología, Noviembre 2000. La Quitina y su Potencial Industrial. 12/04/2010,5:30 pm.

Anzaldúa-Morales Antonio 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en teoría y la práctica .Facultad de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de Chihuahua México.

Bosquez. M. E. Desarrollo de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para la conservación de frutas. Departamento de Biotecnología.

Bourne MC (2002). Food Texture and Viscosity: Concept Measurement. 2^{da} Edition. Academic Press.USA.

De la Rosa. O. B. (2007). Tesis: Aplicación y evaluación de látex de poliacetato de vinilo (PVAc) como recubrimiento en tomate (*Lycopersicon esculentum* mil). Universidad Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila México.

García. M.A, Pinotti, A., Martino, M. N, et al. Characterization of composite hydrocolloid films carbohydr. Polym 56(3) 339, 2004

Gennadios, A., Weller, C.L., y Gooding, C.H. 1994. Measurement Errors in Water Vapor Permeability of Highly Permeable, Hydrophilic Edible Films. J. Food Eng. 21: 395-409.

Giese J 1995. Maessuring physical propertyes of foods .Food Techn.

Greener, D.I. y Fennema, O. 1989. Evaluation of Edible Bilayer Films for Use as Moisture Barriers for Food. J. Food Sci.

González Díaz R 1993.Técnica sensorial sniffing aplicada a determinación del aroma del queso de flor de guía .Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica –Universidad de la Laguna, España.

Hardenburg, R. E. Watad, A. E.; Wang, C. 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existentes de floristería y viveros.150p. IICA, San José, Costa Rica.

Hernández Montes Arturo 2007 Evaluación sensorial de productos agroalimentarios. Chapingo, Texcoco, Edo. De México.

Ibañez FC., y Barcina Y. Análisis Sensorial de Alimentos. Barcelona España.Ed.Springer.20

Kester, J. J., Fennema, O. R. 1988. Edible films and coatings. “Edible coatings and films to improve food quality”. Editado por Krotcha, J., Baldwin, E., y Nisperos-Carriedo, M. Ed. Technomic Publishing Co. E.U.

Kester, J.J. y Fennema, O.R. 1986. Edible Films and Coatings. A Review. Food Technol.

Kester,J.J., y Fennema, O.R. 1989. Resistance of Lipid Films to Water Transmission J. Amer. Oil. Chem.Soc

Krochta, J.M. y De Mulder-Johnston C. 1997. Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities. Food Technol.

Lawlees, Harry T. y Heymann Hildegarde. Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices. United States of America. Ed KA/PP .1999).

Martínez M. N. (2004). Tesis: Efecto de la Aplicación de Recubrimiento Agrofil AP sobre la calidad de Tomate Bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Condiciones de Almacenamiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila México.

Monreal. P. L. A. Monografía: importancia de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la región de Navidad Nuevo León. (2001). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila México.

Nisperos-Carriedo, M.O. 1994. Edible Coatings and Films Based on Polysaccharides. En: Edible coatings and Films to Improve Food Quality. J.M. Krochta, E.A. Baldwin y M. Nisperos-Carriedo (Eds.) Technomic, Lancaster, Pensilvania, EUA.

Nussinovitch, A. y S. Lurie. 1995. Edible Coatings for Fruits and Vegetables. Postharvest News and Information

Park, H. J. 1999. Development of Advanced Edible Coatings for Fruits. Trends Food Sci. Technol

Park, J.W., Testin, R.F. Park, H.J., Vergano, P.J. y Weller, C.L.1994. Fatty Acid Concentration Effect on Tensile Strength, Elongation, and Water Vapor Permeability of Laminated Edible Films. *J. Food Sci.*

Plascencia. J. M. Tesis grado doctorado: Estudio de la actividad antifúngica del quitosano en solución y en películas. Departamento de biotecnología, Departamento de física, y departamento de investigación de polímeros y Materiales, UNISON. Metropolitana. México, D.F, 2004

Pedrero F. Daniel L. y Marie Pangborn.1989. Evaluación sensorial de los alimentos Métodos Analíticos, México, DF.

Salgar. B. Rafael. Biopelículas o Biofilms en la Industria alimentario. Mundo alimentario 2004. Fundación Intal, Colombia.

Sancho J., Bota E., de Castro J.J.2002. Introducción al análisis Sensorial de alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona, Barcelona España.

Veiga. O.MD, Ruiz. C.R, Revista: El quito de la sano; usos farmacéuticos y biológicos 2004, 14; 2: 33-42 . Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. España, <http://www.revistadelaofil.org/Articulo.asp?Id=11>

Wong, W. S.D., Camirand, W.M. y Pavlath, A.E. 1994. Development of Edible Coatings for Minimally Processed Fruits and Vegetables. En: Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. J.M. Krochta, E.A. Baldwin y M. Nisperos-Carriedo (Eds.) Technomic, Lancaster, Pensilvania, EUA.

Wong, W., Gastineau, F.A., Gregorski, K.S., Tillin, A.J. y Pavlath, A. E. 1992. Chitosan-Lipid Films: Microstructure and Surface Energy. *J. Agric. Food Chem.*

VIII. ANEXOS

Anexo1. Primer formato de evaluación sensorial (Prueba de Preferencia).

Nombre: _____ Fecha: _____

Muestra: PAPAS A LA FRANCESA

Pruebe por favor las muestras de papas a la francesa que tiene ante usted. No olvide no pasarse la muestra y enjuagarse la boca después de probar cada par.

INDIQUE CON UNA "X" CUAL DE LAS MUESTRAS PREFIERE DE CADA PAR.

PAR 1: 581 467

— —

PAR 2: 312 908

— —

Comentarios: Favor de indicar la razón de su preferencia.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN.

Anexo 2. Segundo formato de evaluación sensorial (Prueba de Preferencia).

Nombre: _____ Fecha: _____

Muestra: PAPAS A LA FRANCESA

Pruebe por favor las muestras de papas a la francesa que tiene ante usted. No olvide no pasarse la muestra y enjuagarse la boca después de probar cada par.

INDIQUE CON UNA "X" CUAL DE LAS MUESTRAS PREFIERE DEL PAR.

284 635

— —

Comentarios: Favor de indicar la razón de su preferencia.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN.

Anexo 3. Formato de evaluación sensorial (Prueba Discriminativa).

Nombre: _____ Fecha: _____

Muestra: PAPAS A LA FRANCESA

Pruebe por favor las muestras de papas a la francesa que tiene ante usted. No olvide no pasarse la muestra y enjuagarse la boca después de probar cada par.

INDIQUE CON UNA "X" SI SON IGUALES O DIFERENTES CONSIDERANDO CADA CARACTERÍSTICA.

Código de par de muestras	Característica	IGUALES	DIFERENTES
874-361	Color		
	Olor		
	Sabor		

	Textura		
249-750	Color		
	Olor		
	Sabor		
	Textura		

Comentarios: Favor de indicar las diferencias si es que las hay sobre SABOR y TEXTURA.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN.