



Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación



Proyecto de Investigación 2018

| | | | | | |
|--|--|-----------------|------------------------|---------------|---|
| Unidad: | Saltillo | División: | Ciencia Animal | Departamento: | Ciencia y Tecnología de Alimentos |
| Tema estratégico (ANA/PEP): | Tecnología de Alimentos | | | | |
| Línea de investigación: | Ingeniería y Reología de Alimentos | | | | |
| Título del proyecto: | Determinación de la vida de anaquel de alimentos mínimamente procesados aplicando recubrimientos comestibles elaborados a base de biopolímeros, utilizando el método Q ₁₀ | | | | |
| Presupuesto solicitado (Máximo \$75,000) | \$75,000 | El proyecto es: | Nuevo | Continuación | X |
| Tipo de investigación: | Básica | Aplicada | X | Tecnológica | e-mail del responsable gabriela.martinez@uaaan.mx; gabrielamtz.dcta@gmail.com |
| Vinculación: | Si | No | Fondos concurrentes: | | |
| Cooperante(s): | Centro de Investigación en Investigación y Desarrollo (CIAD-Unidad Cuauhtémoc); Colegio de Posgraduados (Campus Córdoba) | | | | |
| Entidad (es): | Chihuahua/Veracruz | Municipio (s): | Cd. Cuauhtémoc/Córdoba | | |
| Localidades: | Cd. Cuauhtémoc/Córdoba | | | | |
| A realizar durante el(los) año(s): | 2018 | | | | |

| Participantes | Adscripción (Clave Depto.) | Expediente No. | Firma | |
|-------------------|--|-------------------------|---|-------|
| Responsable | Dolores Gabriela Martínez Vázquez | 3624 | 3869 | |
| Colaborador: | Ana Verónica Charles Rodríguez | 3624 | 3724 | |
| Colaborador: | Mildred Inna Marcela Flores Verástegui | 3624 | 3389 | |
| Colaborador: | Francisco Hernández Centeno | 3624 | 3714 | |
| Colaborador | Haydee Yajaira López de la Peña | 3624 | 3715 | |
| Colaborador | María Hernández González | 3624 | 3496 | |
| Colaborador | Emilio Ochoa Reyes | CIAD | | |
| Colaborador: | Aleida Selene Hernández Cázares | Colegio de Posgraduados | | |
| | | Grado por obtener | Matrícula | Firma |
| Tesista: | Viviana Altunar Altunar | Licenciatura | 41146846 | |
| Programa Docente: | Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos | | | |
| Tesista: | Ana Isabel Reyes Díaz | Licenciatura | 41146564 | |
| Programa Docente: | Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos | | | |
| Vo. Bo. | | Autoriza | | |
| Firma y sello | | | | |
| Nombre | Dra. Dolores Gabriela Martínez Vázquez Jefe de Departamento | | Dr. Armando Robledo Olivo Subdirector de Programación y Evaluación | |

• Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

1.-Titulo del proyecto

Presupuesto solicitado:

| | |
|--|-------------|
| Determinación de la vida de anaquel de alimentos recubiertos con películas comestibles elaboradas a base de biopolímeros, mediante el método Q ₁₀ | \$75,000.00 |
|--|-------------|

2.- Introducción

La vida de anaquel de un alimento, también conocida como vida útil, se define como el periodo de tiempo, contado a partir de su fecha de elaboración, durante el cual mantiene características de calidad tanto sensoriales como de seguridad aceptables para el consumidor¹. Para lograr prolongar la vida útil de un alimento existen diferentes métodos de conservación tales como el control del contenido de agua para reducir o retardar el crecimiento de microorganismos, como por ejemplo el secado; la disminución de la temperatura, como la refrigeración y/o la congelación; la aplicación de temperatura, como la pasteurización; el uso de atmósferas modificadas, la adición de conservadores, etc. Sin embargo, debido a que la gran mayoría de los métodos antes mencionados resultan costosos y/o tienen influencia directa en las características sensoriales (color, sabor, olor, textura, etc) y nutricionales de los alimentos, se ha incrementado en la última década la conciencia de comer en forma saludable alimentos mínimamente procesados, que conserven sus atributos nutricionales en un tiempo más prolongado de vida de anaquel; por ello el uso de recubrimientos comestibles constituye una alternativa para vehicular aditivos funcionales sin cambiar los ingredientes o procesamiento de los alimentos^{2,10}.

Las cubiertas y recubrimientos comestibles son matrices continuas que pueden ser preparadas a partir de proteínas, polisacáridos y/o lípidos, con el objetivo de alterar las características superficiales de un alimento. A pesar que los términos "cubierta" y "recubrimiento" son usados de forma indiferenciada, una cubierta se refiere a una matriz preformada e independiente mientras que un recubrimiento se forma directamente sobre la superficie del alimento^{3,11}.

Las cubiertas y recubrimientos no buscan reemplazar los empaques sintéticos, más bien se trata de materiales secundarios de empaque cuyas funciones principales son:

- Actuar como barrera contra el oxígeno, CO₂ y estrés físico.
- Disminuir la pérdida de humedad de los productos refrigerados y congelados.
- Retener líquidos durante su almacenamiento en charolas de plástico.
- Reducir la tasa de oxidación
- Disminuir la carga de microorganismos del deterioro y patógenos en la superficie del alimento
- Reducir la evaporación de sustancias aromáticas y/o disminuir la fijación de olores ajenos⁴.
- Mejorar la apariencia de los alimentos (al ser brillantes y transparentes)
- Actuar como vehículos para sustancias antimicrobianas, antioxidantes, nutrientes, colorantes, hierbas y especias⁵.

La composición de las cubiertas y recubrimientos es variada y según Kannat y col.⁶, la funcionalidad de una sustancia como cubierta/recubrimiento depende de sus propiedades de barrera, capacidad antioxidante y antimicrobiana para retardar el deterioro de un alimento. En la tabla 1 se detallan los componentes más comúnmente empleados en cubiertas y recubrimientos.

Tabla 1. Componentes empleados en cubiertas/recubrimientos comestibles^{5,6}

| Naturaleza | Componente |
|--------------|---|
| Proteica | Gluten de trigo, colágeno/gelatina, zeína de maíz, caseína, proteína de suero fibrinógeno, proteína de soya, gluten de trigo, albumen de huevo. |
| Lipídica | Ceras (candelilla, carnauba y de abejas), acilglicerolos y ácidos grasos. |
| Carbohidrato | Alginato, dextrina, pectina, quitosano, celulosa, almidón, carragenina. |

La composición ideal de una cubierta/recubrimiento comestible está en función del alimento al cual será aplicada y los objetivos que se persiguen al hacerlo. Por ello es importante conocer las propiedades que cada componente de la

formulación aporta a las características finales de la cubierta o recubrimiento.

- **Proteínas:** Los recubrimientos proteicos permiten buena adherencia a superficies hidrofílicas, proporcionan una buena barrera al oxígeno y CO₂ pero tienen baja resistencia a la difusión del vapor de agua. La principal desventaja al ser aplicadas en alimentos de origen animal como la carne, es la degradación que sufren por las enzimas musculares, además de las potenciales reacciones alérgicas en individuos susceptibles⁶.
- **Lípidos:** Su característica hidrofobicidad y ajustada estructura cristalina los convierte en buenas barreras para la pérdida de humedad y migración de gases, además de prevenir la adhesión entre sí o al empaque de los alimentos recubiertos. Sus desventajas son la nula adherencia a superficies hidrofílicas, fragilidad durante el almacenamiento en frío (formación de escamas y agrietamiento) y susceptibilidad a la oxidación⁵.
- **Polisacáridos:** Mientras los recubrimientos lipídicos producen condiciones anaeróbicas, aquellos a base de polisacáridos exhiben excelentes propiedades de barrera contra el oxígeno, lípidos y aromas, creando un ambiente de atmósferas modificadas capaz de incrementar la vida de anaquel de los alimentos, además de impartir consistencia, grosor, viscosidad, buena apariencia, flexibilidad y adherencia; sin embargo, son débiles barreras al vapor de agua⁶.

Una alternativa actual es la formulación de recubrimientos comestibles compuestos empleando varios ingredientes con el objetivo de combinar las mejores características de cada uno, pues generalmente los compuestos individuales tienen buenas propiedades mecánicas o de barrera, pero no ambas⁶.

Existen varias sustancias que frecuentemente son añadidas a los recubrimientos comestibles, entre ellas se encuentran:

- **Plastificantes:** moléculas de bajo peso molecular, alto punto de ebullición y gran compatibilidad con el polímero. Los plastificantes de grado alimenticio más comúnmente empleados son sorbitol, glicerol, manitol, sucrosa y polietilén-glicol. Su función es incrementar la flexibilidad, disminuir las fracturas y mejorar las propiedades de barrera.
- **Agentes covalentes de entrecruzamiento:** tales como el glutaraldehído, cloruro de calcio, ácido láctico, ácido tánico y cítrico especialmente para polisacáridos y transglutaminasa y genipina para proteínas⁷. Su función es mejorar la resistencia al agua, proporcionar cohesión, resistencia mecánica y propiedades de barrera.
- **Antimicrobianos:** ácidos orgánicos (acético, propiónico, benzoico, láurico y láctico), bacteriocinas (nisina, lacticina), extractos de semillas (uva), extractos y aceites esenciales de especias (canela, angélica, anís, zanahoria, cardamomo, clavo, ajo, nuez moscada, cilantro, eneldo, hinojo, tomillo, orégano, romero, tomillo, perejil, albahaca, cilantro etc.), enzimas (peroxidasa y lisozima), fungicidas (benomil), entre otros.
- **Antioxidantes:** proporcionan mayor estabilidad oxidativa. Los comúnmente empleados en cubiertas/films comestibles son vitamina E, ácido ascórbico y gálico, aceites esenciales de orégano, romero, tomillo, etc.
- **Agentes quelantes:** se asocian con iones metálicos formando compuestos estables. Ácido etilendiaminotetracético (EDTA).
- **Agentes reforzantes:** tales como las fibras y las nanofibras derivadas de polisacáridos tales como nanofibras de celulosa, nanocristales de almidón y nanocilindros de quitosano. Su función es mejorar las propiedades mecánicas⁷.
- **Emulsificantes:** mejoran la estabilidad de recubrimientos compuestos y la adhesión de sus componentes. Dentro de éstos encontramos Tweens, sales de ácidos grasos y lecitinas⁷.
- **Probióticos, vitaminas, colorantes, nutracéuticos**⁶.

La aplicación de recubrimientos comestibles en alimentos puede hacerse de forma directa o indirecta según se detalla en la tabla 2.

Tabla 2. Métodos de aplicación de recubrimientos comestibles⁸

| Método de aplicación | Mecánica manual | o | Haciendo uso de brochas se aplica la cubierta sobre el alimento. |
|----------------------|-----------------|-----------|--|
| | Directo | Inmersión | |

| | | |
|---------------------------------------|------------------|--|
| | | directamente en la formulación. El material sobrante deberá drenarse y el alimento someterse a un proceso de secado para permitir la formación de la cubierta. En algunas ocasiones pueden emplearse estufas de secado para acelerar la formación de la cubierta y remover el exceso de agua. |
| | Aspersión | Adecuado para productos con superficies lisas. Permite la obtención de cubiertas más delgadas y uniformes que el método de inmersión. La aplicación se realiza mediante atomizadores que permitan presurizar la solución y controlar el tamaño de gota, de modo que se reduce la cantidad de solución empleada. Al igual que en el caso anterior, puede aplicarse aire caliente. |
| Método de aplicación Indirecto | Envoltura | En este método la solución de cubierta es vertida sobre una superficie lisa que permite el control del grosor deseado. Una vez formada, la cubierta es retirada y empleada para envolver el alimento. |

Objetivos

- I. Seleccionar la formulación óptima del recubrimiento a base de biopolímeros
- II. Determinar el alimento de origen vegetal y/o animal el cual va a evaluar su vida de anaquel
- III. Establecer el o los atributos del alimento considerados como parámetros de calidad, los cuales están determinados por su aceptación o rechazo por parte del consumidor.
- IV. Estimar la vida de anaquel del alimento en estudio a tiempos reales y en condiciones aceleradas (método Q₁₀).

Hipótesis

Los recubrimientos a base biopolímeros colocados en alimentos son capaces de prolongar su vida de anaquel.

3.-Revisión de Literatura

El entendimiento de la estabilidad de un alimento, así como los factores que le afectan (composición, procesamiento, envase, humedad, temperatura, etc.) son de suma importancia para optimizar su vida de anaquel y mantener sus características de calidad como son el sabor, la textura, la apariencia, la inocuidad, la nutrición, la funcionalidad, entre otras.

La estabilidad de un alimento puede ser de carácter microbiológico, químico, físico o sensorial. En el momento en el que algún parámetro dentro de estos aspectos se considera inaceptable, el producto ha llegado al final de su vida útil.

Algunas formas de deterioro en los alimentos son:

1. Descomposición Biológica

- Actividad enzimática (invertasa, lipasa, lipoxigenasa, polifenoloxidasas, etc.)
- Crecimiento/actividad microbiana

2. Descomposición Química:

- Rancidez (oxidativa, lipolítica, hidrolítica)
- Hidrólisis de la sacarosa
- Degradación de vitaminas/minerales (A, C/Fe, Mg)
- Cambios de color/aspecto (oscurecimiento, cambio de tonalidad, etc)
- Cambios de sabor/dulzura

3. Degradación física

- Transferencia de masa entre los distintos componentes o fases del mismo debido a la existencia de un gradiente de concentración entre los mismos (agua, gases, lípidos, compuestos aromáticos o ciertos solutos)

- Cambios de textura (cristalización, viscosidad)
- Fusión de grasas (pérdida de consistencia)
- Desestabilización de emulsiones (separación de fases)

Existen diversas metodologías para estimar la vida útil de un alimento⁹:

- Determinación directa (a tiempo real): Son ensayos muy largos ya que consisten en mantener el alimento en las condiciones previstas para su almacenamiento (principalmente temperatura y humedad) e ir determinando a distintos tiempos el atributo crítico de calidad hasta llegar al valor límite.
- Método acelerado: Son ensayo con corta duración de tiempo ya que sobreexponen al alimento a determinadas condiciones extremas (temperatura y humedad), con el objetivo de predecir la vida de anaquel del alimento. En este método se corre el riesgo de provocar reacciones de deterioro que en condiciones normales no ocurren.

Las metodologías antes descritas para determinar la vida útil de un alimento, están basadas en la Cinética de Reacciones, es decir, en determinar el orden de la reacción; su comportamiento con la temperatura, de acuerdo con la ecuación de Arrhenius; y la realización e interpretación de gráfica de Vida útil/Factor Q_{10} ¹.

La mayoría de las reacciones de deterioro estudiadas en los alimentos se han caracterizado como de orden aparente 0 o 1:

- ❖ Orden Cero: Aquí la velocidad de reacción de degradación no depende de la concentración de la propiedad del alimento (el atributo de calidad varía de forma lineal con el tiempo), por ejemplo: la calidad global de los alimentos congelados, oxidación de lípidos (enranciamiento), pardeamiento no enzimático.
- ❖ Primer Orden: Aquí la velocidad de reacción depende de la concentración de la propiedad del alimento (el atributo de calidad varía de forma exponencial con el tiempo, por ejemplo la pérdida de ciertas vitaminas, desarrollo o muerte microbiana, pérdida de color por oxidación, pérdida de textura en tratamientos térmicos).
- ❖ Segundo Orden: Aquí la velocidad de reacción depende del cuadrado de la concentración de una propiedad o del producto de dos de las propiedades del alimento, como por ejemplo la degradación de la vitamina C (depende de la concentración de esta sustancia y de la concentración de oxígeno en el alimento).

4.- Procedimiento Experimental

- Caracterizar el recubrimiento comestible para seleccionar el alimento modelo
- Determinar el o los atributo(s) crítico (s) de calidad para el alimento seleccionado.
- Someter a varias condiciones de almacenamiento y a varios tiempos el alimento recubierto y recopilar los datos del o los atributo(s) crítico(s) de calidad en un proceso de tiempo real
- Representar los datos recopilados en gráficas cinéticas o de vida útil.
- Identificar el orden de reacción, la constante de velocidad de reacción y el factor de aceleración o proporcionalidad.
- Predecir la vida útil del alimento por el método Q_{10}

Cronograma de Actividades para el 2018.

| Actividad por realizar | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Caracterizar Físicoquímicamente el recubrimiento | | | | | | | | | | | | |
| Determinar el alimento modelo en base a la naturaleza del recubrimiento | | | | | | | | | | | | |
| Aplicar el recubrimiento en el alimento y almacenarlo a diferentes condiciones y tiempos para recopilar las variaciones del atributo crítico de calidad | | | | | | | | | | | | |
| Representar los datos en gráficas de vida útil | | | | | | | | | | | | |
| Identificar el orden de reacción, la constante de velocidad de reacción de deterioro y el factor de | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| aceleración | | | | | | | | | | | | | |
| Predecir la vida útil por el método Q ₁₀ | | | | | | | | | | | | | |
| Redacción del reporte y elaboración del borrador del artículo científico. | | | | | | | | | | | | | |
| Envío de resumen para la participación en un congreso nacional. | | | | | | | | | | | | | |
| Revisión de documento de tesis y presentación de examen profesional por parte de los estudiantes | | | | | | | | | | | | | |

Cronograma de distribución de presupuesto para el 2018.

| Actividad por realizar | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Caracterizar Físicoquímicamente el recubrimiento | | | | | | | | | | | | |
| Determinar el alimento modelo en base a la naturaleza del recubrimiento | | | | | | | | | | | | |
| Aplicar el recubrimiento en el alimento y almacenarlo a diferentes condiciones y tiempos para recopilar las variaciones del atributo crítico de calidad | | | | | | | | | | | | |
| Representar los datos en gráficas de vida útil | | | | | | | | | | | | |
| Identificar el orden de reacción, la constante de velocidad de reacción de deterioro y el factor de aceleración | | | | | | | | | | | | |
| Predecir la vida útil por el método Q ₁₀ | | | | | | | | | | | | |
| Redacción del reporte y elaboración del borrador del artículo científico. | | | | | | | | | | | | |
| Envío de resumen para la participación en un congreso nacional. | | | | | | | | | | | | |
| Revisión de documento de tesis y presentación de examen profesional por parte de los estudiantes | | | | | | | | | | | | |

Duración total del proyecto

| | | | |
|---------------|------|----------------------------|------|
| Año de Inicio | 2018 | Año estimado de conclusión | 2019 |
|---------------|------|----------------------------|------|

5.-Productos Esperados

- Dos tesis de licenciatura
- Participación en por lo menos un congreso nacional
- Elaboración de un borrador de artículo científico

6.-Literatura Citada

1. Anzueto C.R. (2012). Modelos matemáticos para estimación de vida útil de alimentos. Food beverage technology Summit. Guatemala
2. Muranyi, P.(2013). Functional edible coatings for fresh food products. Food process technology. 4: 1-2.
3. Ustunol, Z. 2009. Edible Films and coatings for meat and poultry. *Edible films and coatings for food applications*. 8: 245-263.
4. Kerry, J., OGrady, N., Hogan, S. (2006). Past, current and potential utilization of bioactive and intelligent packaging systems for meat and muscle based products: A review. *Meat Science*. 74: 113-130
5. Ustunol, Z and Kahraman, O. (2012). Effect of zinc fortification on Cheddar cheese quality. *Journal of dairy science*, 95(6), 2840-2847.
6. Nettles, C. (2006). Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. *Meat Science*. 74:131-142.
7. Salgado, P., Ortiz, C., Musso, Y., Di Giorgio, L., Mauri, A. (2015). Edible films and coatings containing bioactives. *Food Science*. 5; 86-92.
8. Vásquez-Briones, M., Guerrero-Beltrán, J. (2013). Recubrimientos de frutas con biopelículas. *Temas selectps de ingeniería de alimentos*. 7: 5-14.
9. García B.C., et al., 2008. Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas. Dialnet. Costa

Rica

10. Aguirre-Joya, J.A., Ventura-Sobrevilla, J., Martínez-Vázquez, G., Ruelas-Chacón, X., Rojas-Romeo, Rodríguez-Herrera, R., Aguilar C.N. (2017) Effects of a natural bioactive coating on the quality and shelf life prolongation at different storage conditions of avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Food Packaging and Shelf Life 14: 102-107
11. Virgilio Cruz, Romeo Rojas, Saul Saucedo-Pompa, Dolores G. Martinez, Antonio F. Aguilera-Carbó, Olga B. Alvarez, Raul Rodríguez, Judtih Ruiz y Cristobal N. Aguilar (2015) Improvement of Shelf Life and Sensory Quality of Pears Using a Specialized Edible Coating. Journal of Chemistry. 1-8 DOI: 10.1155/2015/138707

