UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

ESTUDIOS DE LAS CONCENTRACIONES DEL METANOL EN UN FRUTO CLIMATÉRICO (*PERA, Pyrus communis*) Y EN UNO NO CLIMATÉRICO (*ZARZAMORA, Rubus fruticosus*) QUE FUERON RECUBIERTOS CON BIOPOLÍMEROS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CRUSTÁCEOS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA:

Zarazúa Cruz Verónica

CIUDAD DE MÉXICO **2021**

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

Presidente	Q.F.B. Agustín Reyo Herrera
Vocal	M. en A. I. Landy Irene Ramírez Burgos
Secretario	M en C. Rolando Salvador García Gómez
1er. Suplente	Dra. Marisela Bernal González
2do. Suplente	Dra. María del Carmen Durán Domínguez de Bazúa

SITIO EN DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Laboratorios 301, 302 y 303 de Ingeniería Química Ambiental y de Química Ambiental, (LIQAyQA) del Conjunto E de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

ASESOR DEL TEMA

M. en C. Rolando Salvador García Gómez

SUPERVISOR TÉCNICO

Dra. María del Carmen Durán Domínguez

SUSTENTANTE

Verónica Zarazúa Cruz

Verónica Z.C.

Declaración

“Declaro conocer el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, plasmado en la Legislación Universitaria. Con base en las definiciones de integridad y honestidad ahí especificadas, aseguro mediante mi firma al calce que el presente trabajo es original y enteramente de mi autoría. Todas las citas de, o en referencia a, las obras de otros autores aparecen debida y adecuadamente señaladas, así como acreditadas mediante recursos editoriales convencionales”

Verónica Z.C.

Verónica Zarazúa Cruz

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanas, por su apoyo incondicional en todo momento, porque sin su cariño y ánimo nada de esto hubiese sido posible, por sus buenos consejos y por permanecer siempre a mi lado

A la Universidad Autónoma de México por abrirme sus puertas para desarrollarme a lo largo de toda la enseñanza y que, a través de Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) con los proyectos PAPIME (Claves EN103704, PE 101709 Y PE100514), contribuyeron con la adquisición de reactivos y materiales para el desarrollo de la investigación

A la Facultad de Química UNAM, por el apoyo parcial a través de su Programa de Apoyo a la Investigación y al Posgrado, PAIP (Clave 50009067)

Al personal de los Laboratorios 301, 302 y 303 de Ingeniería Química Ambiental y de Química Ambiental, por el apoyo durante el desarrollo de la parte experimental

A la Dra. María del Carmen Durán Domínguez de Bazúa por el apoyo y los consejos para el desarrollo de este trabajo experimental y por la revisión de este documento

Al M.C. Rolando Salvador García Gómez por la paciencia que tuvo durante el desarrollo de este trabajo, por sus comentarios acertados, por la asesoría brindada en la realización de esta tesis ¡Gracias!

Al M. en C. Samuel Pérez por su valiosa asesoría y la ayuda brindada a lo largo del proyecto experimental, por el tiempo y atención otorgados

A Paola Villanueva por su alegría y compañía durante el proyecto, por las experiencias desarrolladas y por el apoyo brindado

A todos mis compañeros que me acompañaron durante el desarrollo de este trabajo

Al Jurado revisor, Q.F.B. Agustín Reyo Herrera, M. en A. I. Landy Irene Ramírez Burgos, Dra. Marisela Bernal González, por el tiempo dedicado en la revisión de este trabajo y por los comentarios para lograr mejorarlo

Índice

		Página
Declaratoria		**3**
Reconocimientos y agradecimientos		**4**
I.	***ÍNDICE DE TABLAS***	**7**
II.	***ÍNDICE DE GRÁFICAS***	**9**
III.	***ÍNDICE DE ESQUEMAS***	**10**
IV.	***ÍNDICE DE FIGURAS***	**10**
V.	***GLOSARIO DE TÉRMINOS***	**11**
VI.	***ABREVIATURAS, SIGLAS Y UNIDADES***	**15**
RESUMEN		**17**
1.	**PROBLEMÁTICA**	**18**
1.1.	Introducción	**18**
1.2.	Objetivo general	**19**
1.3.	Objetivos particulares	**19**
1.4.	Hipótesis de trabajo	**20**
2.	**MARCO TEÓRICO**	**21**
2.1.	Fruta fresca	**21**
2.2.	Establecimiento de los niveles de seguridad	**22**
2.3.	Apariencia de la fruta fresca	**23**
2.4.	Proceso de maduración	**25**
2.5.	Metanol	**26**
2.5.1.	Métodos de cuantificación de metanol	**28**
2.5.2.	Método colorimétrico	**28**
2.5.3.	Método por cromatografía de gases	**28**
2.6.	Recubrimientos en frutas	**29**
2.7.	Quitina-quitosana	**29**
3.	**METODOLOGÍA**	**31**
3.1.	Diagrama de bloques	**31**
3.2.	Recolección de subproductos de camarón y jaiba	**32**

		Página
3.3.	Obtención y limpieza de los cefalotórax y exoesqueletos de camarón y de jaiba	**32**
3.4.	Secado, desproteinizado y molienda de los residuos	**33**
3.5.	Elaboración del disolvente MAC-141©	**34**
3.6.	Establecimiento de las condiciones idóneas de obtención del biopolímero quitina-quitosana y preparación del recubrimiento control	**35**
3.7.	Selección de frutas, recubrimiento (biopelícula experimental y control) y almacenamiento a diferentes temperaturas	**36**
3.8.	Montaje de la técnica para la determinación del metanol	**36**
3.9.	Oxidación y lectura de metanol residual	**36**
3.10.	Preparación de mermeladas y evaluación sensorial	**37**
3.11.	Análisis estadísticos	**38**
4.	**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**	**39**
4.1.	Concentraciones de metanol encontradas	**39**
4.1.1.	Zarzamoras	**39**
4.1.2.	Peras	**43**
4.2.	Cantidad de fruta que puede ser ingerida sin causar daños a la salud	**46**
4.3.	Preparación de mermeladas y su evaluación sensorial	**48**
4.4.	Realización de las pruebas microbiológicas	**50**
4.5.	Evaluación sensorial	**52**
4.5.1.	Evaluación sensorial de las zarzamoras	**54**
4.5.2.	Evaluación sensorial de las peras	**58**
5.	**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**	**62**
5.1.	Conclusiones	**62**
5.2.	Recomendaciones	**63**
ANEXOS		**64**
Anexo I.	**CUESTIONARIO APLICADO EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL**	**65**
Anexo II.	**PROMEDIOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL**	**66**
Anexo III.	**REACTIVOS PARA LA LECTURA DE METANOL RESIDUAL**	**68**
A3.1.	Metanol (Avantor, 2020)	**68**

		Página
A3.2.	Permanganato de potasio	**75**
A3.3.	Ácido fosfórico (Avantor, 2020)	**76**
A3.4.	Ácido oxálico	**77**
A3.5.	Ácido sulfúrico (Avantor, 2020)	**78**
Anexo IV.	**PREPARACIÓN DE REACTIVOS PARA LA LECTURA DE METANOL RESIDUAL**	**79**
Anexo V.	**INFORMACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO**	**80**
A5.1.	Agar triptona extracto de levadura (Millipore, 2020)	**80**
A5.2.	Agar papa dextrosa (Millipore, 2020)	**82**
A5.3.	Agar bilis rojo violeta (Millipore, 2020)	**83**
Anexo VI.	**CURVA PATRÓN DEL METANOL**	**84**
Anexo VII.	**DIAGRAMA ECOLÓGICO DE LA DETERMINACIÓN DE METANOL RESIDUAL**	**85**
BIBLIOGRAFÍA		**87**

I. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Nombre	Página
1	Cantidad de reactivo utilizado para la elaboración del disolvente MAC-141©	**34**
2	Absorbancia y metanol calculado para zarzamora a 35°C	**41**
3	Absorbancia y metanol calculado para zarzamora a temperatura ambiente	**42**
4	Absorbancia y metanol calculado para zarzamora a 4°C	**43**
5	Absorbancia y metanol calculado para pera a 35°C	**44**
6	Absorbancia y metanol calculado para pera a temperatura ambiente	**44**
7	Absorbancia y metanol calculado para pera a 4°C	**45**
8	Cálculo de la cantidad en gramos que puede ingerir de zarzamora una persona de 75 kg por día sin exceder los límites de NOAEL y de FS	**46**
9	Cálculo de la cantidad en gramos que puede ingerir de pera una persona de 75 kg por día sin exceder los límites de NOAEL y de FS	**47**

Tabla	Nombre	Página
10	Valores fisicoquímicos de la materia prima zarzamora almacenada a 4°C	**48**
11	Valores fisicoquímicos de la materia prima pera almacenada a temperatura ambiente	**49**
12	Contenido de metanol en la mermelada de zarzamora	**50**
13	Contenido de metanol en la mermelada de pera	**50**
14	Resultados de las pruebas microbiológicas	**52**
15	Análisis de varianza (ANDEVA) para el atributo “Olor” de la mermelada de zarzamora	**54**
16	Análisis de varianza (ANDEVA)para el atributo “Color” de la mermelada de zarzamora	**55**
17	Análisis de las muestras para el atributo “Color” de la mermelada de zarzamora con la prueba de DMS	**55**
18	Análisis de varianza (ANDEVA)para el atributo “Sabor” de la mermelada de zarzamora	**56**
19	Análisis de las muestras para el atributo “Sabor” de la mermelada de zarzamora con la prueba de DMS	**56**
20	Análisis de varianza (ANDEVA)para el atributo “Textura” de la mermelada de zarzamora	**57**
21	Análisis de varianza (ANDEVA)para el atributo “Olor” de la mermelada de pera	**58**
22	Análisis de varianza (ANDEVA)para el atributo “Color” de la mermelada de pera	**59**
23	Análisis de las muestras para el atributo “Color” de la mermelada de pera con la prueba de DMS	**59**
24	Análisis de varianza (ANDEVA)para el atributo “Sabor” de la mermelada de pera	**60**
25	Análisis de varianza (ANDEVA)para el atributo “Textura” de la mermelada de pera	**60**
26	Análisis de las muestras para el atributo “Textura” de la mermelada de pera con la prueba de DMS	**61**
27	Lotes empleados para la elaboración de mermeladas	**66**
28	Escala empleada en la evaluación sensorial de mermeladas	**66**
29	Promedios de la escala en el atributo color para las mermeladas de	**66**

Tabla	Nombre	Página
	zarzamora	
30	Promedios de la escala en el atributo olor para las mermeladas de zarzamora	**66**
31	Promedios de la escala en el atributo sabor para las mermeladas de zarzamora	**66**
32	Promedios de la escala en el atributo textura para las mermeladas de zarzamora	**67**
33	Promedios de la escala en el atributo color para las mermeladas de pera	**67**
34	Promedios de la escala en el atributo olor para las mermeladas de pera	**67**
35	Promedios de la escala en el atributo sabor para las mermeladas de pera	**67**
36	Promedios de la escala en el atributo textura para las mermeladas de pera	**67**
37	Curva patrón del metanol	**84**

II. ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Nombre	Página
1	Curva patrón del metanol	**40**
2	Evaluadores (hombres y mujeres)	**53**
3	Olor: Nivel de agrado de las mermeladas de zarzamora	**54**
4	Color: Nivel de agrado de las mermeladas de zarzamora	**55**
5	Sabor: Nivel de agrado de las mermeladas de zarzamora	**56**
6	Textura: Nivel de agrado de las mermeladas de zarzamora	**57**
7	Mermelada de zarzamora de mayor preferencia	**57**
8	Olor: Nivel de agrado de las mermeladas de pera	**58**
9	Color: Nivel de agrado de las mermeladas de pera	**59**
10	Sabor: Nivel de agrado de las mermeladas de pera	**60**
11	Textura: Nivel de agrado de las mermeladas de pera	**61**
12	Mermelada de pera de mayor preferencia	**61**

III. ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema	Nombre	Página
1	Degradación de metanol a formato, CO_2 y agua	**27**
2	Metodología empleada durante la experimentación	**31**

IV. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Nombre	Página
1	Fruta fresca	**23**
2	Deterioro de fruta por microorganismos	**24**
3	Daños físicos	**25**
4	Celulosa	**30**
5	Quitina	**30**
6	Quitosana	**30**
7	Establecimiento comercial del cual se recuperaron los subproductos de jaiba y camarón	**32**
8	Cefalotórax y exoesqueletos de camarón limpio y escurrido	**32**
9	Cefalotórax y exoesqueletos de jaibas limpias y escurridas	**32**
10	Hojuelas de camarón desproteinizadas	**33**
11	Secado de hojuelas	**33**
12	Tamizado del polvo (‘harina’) de camarón	**33**
13	Hojuelas de jaiba desproteinizadas	**33**
14	Tamizado del polvo (‘harina’) de jaiba	**33**
15	Mezcla a baño de hielo de agua-metanol-cloruro de calcio en una relación 4:1:1	**34**
16	Equipo de reflujo para MAC-141©	**34**
17	Preparación de las mezclas de ‘harina’ empleando el disolvente MAC-141©	**35**
18	Filtrado de las mezclas de ‘harinas’ de jaiba y de camarón con el disolvente MAC-141©	**35**

Figura	Nombre	Página
19	Desecador PYREX empleado como cámara de humidificación	**35**
20	Selección de zarzamora y separación en 3 lotes	**39**
21	Selección de peras y separación en 3 lotes	**39**
22	Recubrimiento mediante la técnica de cepillado con una brocha de cerda suave	**40**
23	Visualización de una película de hongos sobre la superficie de las zarzamoras	**41**
24	Presencia de hongos en superficie de las peras a 35°C	**43**
25	Recubrimiento de una pera con la biopelícula húmeda al inicio del estudio	**46**
26	Mermelada de zarzamora	**48**
27	Mermelada de pera	**48**
28	Mermelada de zarzamora	**49**
29	Mermelada de pera	**49**
30	Dilución de la muestra en zona aséptica	**51**
31	Evaluadores no entrenados realizando la encuesta	**52**

V. GLOSARIO DE TÉRMINOS

TÉRMINO	SIGNIFICADO
Acidez	Cantidad de ácido libre en diferentes matrices (alimentarias)
Ácido cromotrópico	Compuesto químico de fórmula $C_{10}H_8O_8S_2$ con una masa molecular de 320.29 g/mol
Ácido oxálico	Es un ácido dicarboxílico con dos átomos de carbono. Su fórmula molecular es $H_2C_2O_4$ con una masa molar de 90.03g/mol
Ácido sulfúrico	Compuesto químico extremadamente corrosivo cuya fórmula es H_2SO_4 con masa molecular de 98.09 g/ mol
Agrado	Sensación de placer que siente una persona por algo que le gusta
Alimento	Cualquier órgano, tejido o secreción que contiene cantidades apreciables de nutrimentos biodisponibles, cuyo consumo en cantidades y formas habituales es inocuo y atractivo para los sentidos
Biopelícula	Recubrimientos elaborados con diferentes clases de biopolímeros como

TÉRMINO	SIGNIFICADO
comestible	proteínas, lípidos y poliglúcidos, los cuales pueden presentar ciertos beneficios, como su cualidad biodegradable y su digestibilidad
Biopolímero	Macromoléculas presentes en los seres vivos. También son materiales poliméricos o macromoleculares sintetizados por los seres vivos.
Blanco	Término que hace referencia a los lotes de frutos bajo estudio que no fueron sometidos a ningún tipo de tratamiento control o recubrimiento experimental
Cefalotórax	Segmento del cuerpo de arácnidos y crustáceos conformada por la unión de la cabeza y el tórax
Cloruro de calcio	Sustancia química de fórmula $CaCl_2$ y masa molecular de 110.98g/mol. De composición sólida de color blanco, cuyo punto de fusión ocurre a los 772°C
Consumidor	Persona a quien va dirigido un producto, en este caso un alimento
Control	Término que hace referencia a los lotes de frutos bajo estudio sometidos a un recubrimiento de composición controlada, en este caso, quitosana marca Sigma Aldrich, un recubrimiento experimental Q-Qn y un "blanco"
Crustáceo	Se refiere a los artrópodos cuya respiración es a través de branquias, presentan dos pares de antenas y están cubiertos por un caparazón usualmente calcificado
Disolvente	Sustancia o líquido capaz de disolver un cuerpo u otra sustancia
Evaluación sensorial	Es la disciplina que se encarga de caracterizar a los alimentos a través de los cinco sentidos
Factor de seguridad, FS	"Un factor de seguridad es un número convencional, arbitrario, por el que se divide el *NOEL* o el *LOEL* obtenidos en experimentos con animales para establecer una dosis permisible provisional en los seres humanos." Se utiliza "en la esfera de la toxicología alimentaria… Los factores de seguridad van de 10^0 a 10^3… Un factor de seguridad de 2 puede ser una protección suficiente contra efectos menos graves" (como irritaciones), mientras que con efectos muy graves "puede utilizarse hasta un factor de 1000". En esta investigación se usó el FS de 100 (OIT, 2001)
Fruto climatérico	Fruto en el cual se presenta una producción autocatalítica de etileno, pudiendo ir acompañada de un pico respiratorio durante la maduración
Fruto no climatérico	Son aquellos frutos que carecen de la capacidad de continuar su maduración luego de ser separados de la planta, por lo cual se debe asegurar que hayan alcanzado un estado apropiado para su consumo al momento de la cosecha

TÉRMINO	SIGNIFICADO
Grados Brix	Unidad empleada para designar el contenido de sólidos solubles determinados mediante el uso de un refractómetro
Ingesta	Introducción de la comida en el aparato digestivo al servicio de la alimentación o de la hidratación a través de la boca
Maduración en frutas	Término empleado para englobar todos los cambios a los que el fruto se enfrenta hasta completar su crecimiento
Mermelada	Conserva dulce que se elabora cociendo fruta, entera o troceada, en un poco de agua y con una proporción de azúcar igual a la masa de la fruta
Metanol	También conocido como alcohol de madera o alcohol metílico. Es un líquido incoloro y muy tóxico, obtenido por destilación de la madera a baja temperatura o mediante la reacción del monóxido de carbono y el hidrógeno, que se emplea para desnaturalizar el alcohol etílico y como aditivo de combustibles líquidos
Pectina	Mezcla de polímeros ácidos y neutros muy ramificados. Son el principal componente de la lámina media de la pared celular y constituyen el 30% de la masa seca de la pared celular primaria de células vegetales. En presencia de agua forman geles
Pera	Fruto climatérico de distintas especies del género Pyrus, producido por perales (*Pyrus communis*)
Permanganato de potasio	Es un compuesto químico formado por iones de potasio (K^+) y permanganato (MnO_4^-). Es un fuerte agente oxidante. Fórmula $KMnO_4$
pH	Medida de la concentración del ion hidronio en solución. El concepto está determinado por la expresión: $pH=-\log[H_3O^+]$
Pruebas de nivel de agrado	Técnicas empleadas para evaluar la aceptación o rechazo de un producto por parte de un consumidor potencial
Quitina	Polímero presente químicamente puro en el exoesqueleto de diferentes seres vivos, de fórmula lineal $(C_8H_{13}NO_5)_n$
Quitosana	Polímero usado en biopelículas para el recubrimiento de alimentos obtenido de forma industrial a través de la desacetilación de la quitina. Las gomas derivadas de un hidrato de carbono se nombran usando el nombre del hidrato de carbono sustituyendo el sufijo -osa por el sufijo -ana: Por ejemplo: dextrosa, dextrana; manosa, manana, etc. Para la quitina dado que no seguía esta regla por venir del griego **χιτών (khitōn)** cubierta**.** Debió haberse llamado quitana pero por razones ignotas se le denominó quitosana y algunos(as) colegas han decidido cambiarle aún más el nombre: a quitosan, quitosano o quitosán

TÉRMINO	SIGNIFICADO
Residuo	Cualquier objeto inservible, todo material no deseado y del que se tiene intención de desechar
Temperatura	Magnitud referida a las nociones comunes de calor medible mediante un termómetro
Toxicidad	Grado de efectividad que poseen las sustancias que, por su composición, se consideran tóxicas. Se trata de una medida que se emplea para identificar al nivel tóxico de diversos fluidos o elementos, afectando parte de un organismo o su totalidad
Zarzamora	Fruto comestible proveniente de una especie de arbusto perteneciente a la familia de las rosáceas (*Rubus fruticosus*)

VI. ABREVIATURAS, SIGLAS Y UNIDADES

Abreviatura, siglas ó unidad	Significado
Abs	Absorbancia
ANDEVA (*ANOVA*)	Análisis de varianza (*Analysis of variance*, por sus siglas en inglés)
°Bx	Grados Brix
°C	Grados Celsius
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura por sus siglas en inglés, *Food and Agriculture Organization*
FDA	Siglas en inglés de la Agencia de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos, *Food and Drugs Administration*
FS	Factor de seguridad que incluye la variación intraespecie e Interespecie -ver definición en glosario- (OIT, 2001; Valle-Vega y Lucas-Florentino, 2000)
g	Unidad de masa en gramos
kg	Unidad de masa en kilogramos
LOEL	Nivel con efecto observable bajo por sus siglas en inglés, *low-observed-effect level*
MAC-141©	Disolvente capaz de extraer la mezcla quitina-quitosana del cefalotórax y exoesqueletos de camarón compuesto por **M**etanol. **A**gua y **C**loruro de calcio en una proporción molar 1:4:1
mg	Unidad de masa en miligramos
mL	Unidad de volumen en mililitros
NMX	Norma Mexicana de uso no obligatorio
NOAEL	Nivel sin efecto adverso observable por sus siglas en inglés, *no-observed-adverse-effect level*
NOEL	Nivel sin efecto observable por sus siglas en inglés, *no-observed-effect level*
NOM	Norma Oficial Mexicana de carácter obligatorio
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
pH	Potencial de hidrógeno

Abreviatura, siglas ó unidad	Significado
Q-Qn	Biopolímero Quitina-Quitosana
rpm	Revoluciones por minuto
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, ahora las siglas son SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural)
$t_{1/2}$	Semivida de eliminación, está referido al lapso de tiempo necesario para eliminar del cuerpo el 50% de un agente
UFC	Unidades formadoras de colonias
UV-Vis	Radiación electromagnética de luz ultravioleta cercana a luz visible

Nota: Esta tesis usa el punto decimal (DOF, 2009)

RESUMEN

La importancia del consumo de fruta fresca ha hecho que se busquen opciones para protegerla de la contaminación y deterioro, pudiéndola comercializar con una mayor vida de anaquel. La apariencia de un producto es la primera percepción que se tiene para su aprobación o rechazo, siendo en la fruta adquirida por el consumidor el factor crucial para su aceptación y/o rechazo. Con la finalidad de reducir el daño que pueda causarse durante el transporte, almacenamiento y/o comercialización, se ha recurrido al empleo de recubrimientos con diferentes películas naturales. En este estudio se utilizó una biopelícula de quitina-quitosana obtenida de los residuos de crustáceos: cefalotórax de camarón (*Litopenaeus vannamei*) y de exoesqueletos de jaiba (*Callinectes sapidus*) en una relación 50:50, empleando para su extracción el disolvente MAC-141© (metanol-agua-cloruro de calcio) patentado en los ahora Laboratorios 301, 302 y 303 del Programa de Ingeniería Química Ambiental y de Química Ambiental (PIQAyQA),con el objetivo de recubrir un fruto climatérico (pera, *Pyrus communis*) y uno no climatérico (zarzamora, *Rubus fruticosus*) y, de esta manera, evaluar en cuál de los dos se tendría una mayor vida de anaquel. Durante la realización de este experimento se evaluaron diferentes proporciones entre la cantidad de polvo de residuos de los dos crustáceos (‘harina’):disolvente MAC y así, elegir cuál de los recubrimientos sería el idóneo para emplearse, siendo la relación 1:30 (mezcla de polvos -’harinas’- de residuos de crustáceos:MAC-141©) la elegida para realizar el recubrimiento de ambos frutos. Adicionalmente, se establecieron tres lotes de trabajo, un lote blanco (sin emplear recubrimiento alguno), un lote experimental (‘harina’ de mezcla de crustáceos:disolvente MAC en una relación 1:30 respectivamente) y un lote control, el cual fue recubierto con quitosana comercial de la marca Sigma-Aldrich al 1.5% en una solución acidulada de ácido ascórbico al 2%. De igual manera, se sometieron a diferentes temperaturas de almacenamiento los tres lotes experimentales a 4°C, temperatura ambiente y a 35°C. Para la cuantificación del metanol residual presente en la fruta de cada lote, se montó una adaptación del método de la NOM-142-SSA1-1995, ya que los métodos de prueba para la determinación de metanol establecidos se encuentran para bebidas alcohólicas. Entre los resultados obtenidos se encontró que las frutas almacenadas a 4°C mantuvieron la concentración de metanol, mientras que las frutas almacenadas a temperatura ambiente y a 35°C presentaron una disminución de metanol y, posteriormente, hubo un aumento de éste. Tomando como referencia el nivel sin efecto adverso observable (*NOAEL*, siglas en inglés) de 500 mg/kg de masa corporal y realizando la corrección con el factor de seguridad (FS) se obtuvieron cantidades considerables de fruta que son posibles de ingerir por día sin causar un daño al consumidor. Los tiempos de almacenamiento de los diferentes lotes se vieron afectados por la acción de la temperatura, ya que para la zarzamora a temperatura ambiente y a 35°C fueron de 8 días. Para una temperatura de 4°C lograron conservarse por un periodo de 17 días. Para los lotes de pera, el tiempo de almacenamiento fue de 11 días a la temperatura de 35°C, mientras que para las temperaturas ambiente y a 4°C fue posible aumentar su vida hasta 21 días empleando, en ambos casos, los polímeros de quitina-quitosana experimentales obtenidos de la mezcla de los polvos –’harinas’- de cefalotórax de camarón y de jaiba.

Palabras clave: Metanol, fruto climatérico (*pera, Pyrus communis*), fruto no climatérico (*zarzamora, Rubus fruticosus*), biopolímeros quitina quitosana, residuos de crustáceos

Keywords*: Methanol, climacteric fruit (pear, Pyrus communis), non climacteric fruit (blackberry, Rubus fruticosus), biopolymers chitin chitosan, crustacean residues*

CAPÍTULO 1
PROBLEMÁTICA

1.1. INTRODUCCIÓN

La pera común (*Pyrus communis*) es uno de los frutos más característicos de la época de otoño. Su apariencia es como la de una gota de agua al caer (pseudocónica) y tiene una piel de color verde que se transforma en amarillo cuando la fruta alcanza la madurez. En México cada año son producidas más de 24 mil toneladas de este tipo de peras (*Pyrus communis)*, siendo los principales estados productores de México: Puebla, Michoacán y Morelos, en ese orden. Al mercado internacional son destinadas anualmente más de 40 toneladas de esta fruta (SAGARPA, 2016). Adicionalmente, México es el tercer productor sobresaliente de zarzamora *(Rubus fruticosus)* a nivel mundial, siendo los estados líderes de producción los estados de Michoacán, Jalisco, Colima, Baja California y el estado de México con un 93% de su producción destinada a los mercados internacionales (SEDER, 2017). Al ser consideradas perecederas, es indispensable protegerlas de factores físicos y químicos. Por ello, para facilitar su conservación, es necesario emplear recubrimientos naturales que permitan aumentar su vida de anaquel (Seseña-Alcalde, 2019).

Por otro lado, las diversas industrias que se dedican a la explotación de recursos pesqueros son generadoras de subproductos que no siempre son reutilizados adecuadamente convirtiéndose en residuos. Los crustáceos presentan un alto valor comercial. Sin embargo, el exoesqueleto y cefalotórax son considerados un residuo, llegando a generar un foco de contaminación en cuerpos receptores de agua y suelos (tiraderos municipales) (Vázquez-Marcial, 2015). El camarón por su volumen se encuentra posicionado en cuarto lugar de la producción pesquera en México, mientras que la jaiba se encuentra en el décimo lugar (CONAPESCA, 2013). Con el objetivo de aprovechar los subproductos de estos crustáceos y favorecer su reutilización, se propuso la generación y empleo de una biopelícula de quitina-

quitosana obtenida a partir de los residuos (cefalotórax y exoesqueletos) de camarón (*Litopenaeus vannamei*) y de jaiba (*Callinectes sapidus*) empleando para ello el disolvente MAC-141© (metanol-agua-cloruro de calcio), patentado en los Laboratorios 301, 302 y 303 del Programa de Ingeniería Química Ambiental y de Química Ambiental de la Facultad de Química de la UNAM (Flores-Ortega et al., 2004), para recubrir un fruto climatérico, pera (*Pyrus communis*) y uno no climatérico, zarzamora (*Rubus fruticosus*) y dado que el disolvente MAC-141© es elaborado con metanol, fue necesario cuantificar el contenido de metanol residual presente durante su vida de anaquel. Su empleo se justifica debido a que uno de los sistemas de disolvente usados en la extracción de quitina es la N,N-dimetilacetamida con cloruro de litio (Flores-Ortega, 2008). Sin embargo, la N,N-dimetilacetamida es tóxica y se absorbe por inhalación y a través de la piel. Por ello, para la extracción de quitina se emplea un disolvente menos tóxico el cual es una solución saturada de cloruro de calcio en metanol (Flores-Ortega, 2008).

1.2. OBJETIVO GENERAL

Recubrir dos frutos: uno climatérico y uno no climatérico empleando biopelículas de quitina-quitosana obtenidas a partir de cefalotórax y exoesqueletos de camarón (*Litopenaeus vannamei*) y de jaiba (*Callinectes sapidus*) cuantificando los niveles de metanol durante su vida de anaquel.

1.3. OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar las operaciones unitarias de secado, molienda y tamizado de los exoesqueletos y cefalotórax de los crustáceos camarón y jaiba previo secado en un horno eléctrico (conocidos estos materiales molidos y secos como ‘‘harinas’’).
- Obtener el disolvente denominado MAC-141© (mezcla de metanol, agua y cloruro de calcio) adicionándolo a la mezcla de ‘harina’ de camarón y de jaiba para obtener el recubrimiento.
- Recubrir con la biopelícula de Q-Qn un fruto climatérico (pera verde) y otro no climatérico (zarzamora) para evaluar el tiempo de duración de ambos bajo diferentes condiciones de temperatura.

- Dar seguimiento a la concentración de metanol residual durante el almacenamiento durante los 21 días experimentales evaluando cada tercer día el contenido de metanol entre otros parámetros.
- Elaborar mermeladas con los lotes blanco, control y experimental evaluando sensorialmente las diferencias entre ellos así como la concentración de metanol residual en el producto obtenido.

1.4. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El recubrimiento de quitina-quitosana permitirá alargar el tiempo de conservación de las peras *(Pyrus communis)* y zarzamoras *(Rubus fruticosus)* disminuyendo el contenido de metanol residual conforme transcurra el tiempo de almacenamiento.

CAPÍTULO 2
MARCO TEÓRICO

2.1. FRUTA FRESCA

Las frutas frescas se cultivan y recolectan en una gran variedad de condiciones climáticas y geográficas, utilizando distintos insumos y tecnologías agrícolas de diferentes dimensiones. Los peligros biológicos, químicos y físicos pueden variar considerablemente entre un tipo de producción y otro. El reconocimiento de la importancia en el consumo habitual de frutas frescas, unido al notable incremento de la disponibilidad de estos productos durante todo el año en el mercado mundial, ha contribuido a su importante consumo (FAO/OMS, 2007).

Las frutas frescas deben ser protegidas contra la contaminación o deterioro, ya que la posibilidad de supervivencia o multiplicación de los patógenos aumenta por su alto contenido de humedad y nutrientes. La ausencia de un procedimiento para eliminarlos y la posibilidad de contaminación o deterioro durante el almacenamiento, transporte y exposición durante su comercialización en tiendas y mercados hace importante el empleo de recubrimiento para disminuir los daños que puedan causar (FAO/OMS, 2007).

La importancia de la tecnología de alimentos ha sido reconocida actualmente en todo el mundo, debido a que ha surgido una verdadera preocupación por la implantación de nuevas metodologías para la producción, el procesamiento y la conservación de productos alimenticios. En relación con el origen de los compuestos tóxicos en alimentos, se pueden considerar cuatro fuentes principales: Naturales, intencionales, accidentales y generadas por el proceso, aunque en algunos casos, estos compuestos tóxicos puedan pertenecer a más de una categoría. Los compuestos tóxicos intencionales son sustancias ajenas al alimento, agregadas en cantidades conocidas para lograr un fin particular y se ha dado en llamarles aditivos alimentarios.

Los compuestos tóxicos naturales pueden causar ocasionalmente problemas, debido a que pueden encontrarse inesperadamente en alimentos con una concentración mayor a la normal. Por ejemplo, en frutas, la textura se debe a la presencia de pectinas que forman parte de la pared celular, por lo que la acción de las pectinasas altera las características de estos alimentos. Una de las clasificaciones de las pectinasas está referida a pectinometilesterasas o pectinoesterasas que, al hidrolizar los enlaces tipo éster metílico, liberan metanol. Esta sustancia en grandes cantidades puede causar efectos nocivos para la salud (Baduí, 2006).

2.2. ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE SEGURIDAD

Para establecer los niveles de seguridad o tolerancia de un agente tóxico al cual el humano estará expuesto y, contemplando la variabilidad de la respuesta biológica, es necesario que el índice toxicológico sea establecido con base en el "factor de seguridad". Cuando se dispone de datos de exposición crónica en animales de laboratorio, se emplea el factor de seguridad (FS) de 100, ya que en este valor se incluye la variación intraespecie de 10; así, como la variación interespecie 10 (Valle-Vega y Lucas-Florentino, 2000). El *NOAEL* (siglas en inglés para Nivel de Efectos Adversos no Observados) para el metanol es de 500 mg/kg de masa corporal por día para rata macho vía oral. El consumo de metanol en cantidades que excedan lo dispuesto en la ingesta diaria puede causar ceguera y, en casos más graves, puede causar la muerte. La absorción gástrica del metanol puede durar entre 30 y 60 minutos dependiendo de la presencia de comida en el estómago. Cabe destacar que el metanol es una sustancia de baja toxicidad y que son sus metabolitos el ácido fórmico y el formato los causantes de los efectos adversos en el organismo (Rozo, 2004).

Para la cuantificación de metanol es necesario realizar una destilación. En los destilados las "cabezas" son las que contienen compuestos de bajo punto de ebullición como en este caso son el acetaldehído y los alcoholes superiores (entre

ellos el metanol). Las “colas” contienen compuestos menos volátiles como el ácido acético, lactato y furfural (Baduí, 2006).

2.3. APARIENCIA DE LA FRUTA FRESCA

La apariencia de la fruta es la primera impresión que el consumidor recibe sensorialmente y es considerada el componente más importante para la aceptación el rechazo o la compra de un producto alimenticio aunque, en muchos casos, los defectos no afectan sus cualidades comestibles. La ausencia de los defectos conjuntamente con la frescura y la uniformidad son los principales componentes de la apariencia y, por lo tanto, de una decisión primaria de compra. El tamaño, la forma, color, madurez, etc., constituyen para el consumidor un aspecto relevante, ya que esto contará para la selección de la fruta fresca y su decisión final de adquisición (Figura 1) (FAO, 2003).

Figura 1. Fruta fresca (AsDeporte, 2019)

Los microorganismos que causan más pérdidas en frutas y hortalizas son las bacterias y hongos (Figura 2). Sin embargo, algunos roedores e insectos pueden contribuir a las pérdidas directamente al causar daño mecánico e indirectamente transmitiendo y creando vías de entrada para los patógenos y, ocasionalmente, como agentes de riesgo cuarentenario (caso de la mosca de la fruta). Las bacterias y hongos son, a menudo, la causa más importante de deterioro patológico en estos alimentos. Los microorganismos producen estructuras especializadas que deben ser depositadas sobre el producto para poder penetrar, invadir y eventualmente colonizar masivamente el tejido (FAO, 2003).

Figura 2. Deterioro de fruta por microorganismos (Infoagro Systems, 2019)

También son preocupantes los defectos físicos o fisiológicos que se originan durante o posterior a la preparación para el mercado, que se manifiestan en los lugares de venta o al nivel de consumidor. Existen distintos tipos de lesiones en las frutas: Por un lado, se encuentran las heridas, cortes o laceraciones. Estas heridas son vías de penetración para hongos y bacterias que producen pudriciones. Los golpes y machucones (Figura 3) por diversas causas son mucho más frecuentes, no son fácilmente visibles y sus síntomas se manifiestan varios días después. Generalmente son identificadas tres causas principales de lesiones:

a) Impacto: El fruto es arrojado contra una superficie dura de manera individual o después de ser empacado, además de los impactos que ocurren en los frutos entre sí. Este tipo de lesión es muy frecuente en las operaciones de cosecha y empaque.

b) Compresión: Esta lesión ocurre debido a la deformación por presión o aplastamiento generalmente durante el almacenamiento, transporte a granel debido a la masa empacada que excede el volumen o por el colapso de envases que no son lo suficientemente fuertes.

c) Abrasión: Esta lesión se produce por el roce de los frutos entre sí o contra las paredes del envase. Es muy importante en aquellos productos de piel muy delicada. Este tipo de lesión se limita casi con exclusividad a la cáscara o piel (FAO, 2003).

Figura 3. Daños físicos (Gómez, 2011)

La manifestación del daño depende del tejido afectado, estado de madurez, severidad y tipo de lesión. Son acumulativos y además del efecto traumático desencadenan una serie de respuestas al estrés así como la puesta en funcionamiento de los mecanismos de cicatrización. Esta reacción de tipo fisiológico se caracteriza por un incremento transitorio de la respiración, con la consiguiente degradación y/o consumo de parte de las reservas así como la producción de etileno, lo que acelera los procesos madurativos contribuyendo al ablandamiento de los frutos (FAO, 2003).

2.4. PROCESO DE MADURACIÓN

El proceso de maduración se refiere a las transformaciones físicas y químicas relacionadas con el fruto y que son propias de su desarrollo. En el crecimiento y desarrollo se adquiere volumen y longitud en el fruto. También se da un movimiento de nutrientes en todas las partes de la planta. Estos factores son necesarios en el proceso de maduración. Tras la maduración, viene la fase de senescencia o envejecimiento, la cual consiste en la caída del fruto y la muerte de los tejidos que protegen la semilla.

Las frutas, debido al proceso de maduración, concretamente al proceso de respiración, sufren una serie de transformaciones que se citan a continuación:

-Cambios de coloración
-Cambios en la textura
-Emisión de aromas
-Cambios de sabor

El etileno es un gas fundamental que participa en el proceso de maduración. En función de su participación en la maduración de los frutos se clasifican en (González, 2014):

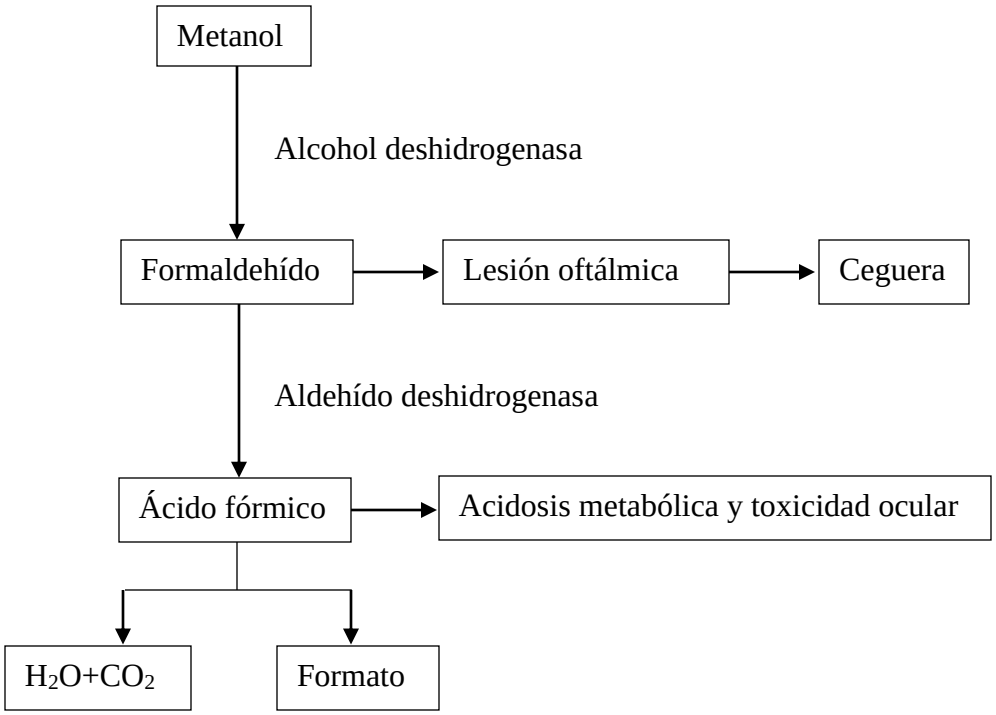
- Frutos climatéricos: Son aquellos que durante su maduración aumenta bastante la producción de etileno y que aún separados de la planta, si este ha alcanzado un estado fisiológico que asegure la producción de etileno, presentan la capacidad de continuar la maduración.
- Frutos no climatéricos: Son aquellos frutos que carecen de la capacidad de continuar con la maduración después de ser separados de la planta.

2.5. METANOL

El metanol o alcohol metílico se utiliza en la fabricación de pinturas, barnices, disolventes, anticongelantes, soluciones de formaldehído y como desnaturalizante de alcohol etílico. Su fórmula estructural es CH_3OH, y su masa molecular es de 32 daltons. Es soluble en agua, etanol y éter; incoloro, volátil y con olor característico que puede verse enmascarado por la adición de sustancias durante el proceso de obtención (Mencías y Mayero, 2000).

El metanol se absorbe bien en todo el tracto gastrointestinal, alcanzando a absorberse en 30-90 minutos con un $t_{1/2}$: 12 h. Esta semivida de eliminación en lactantes es de hasta 28 h debido a la inmadurez de su sistema enzimático. La distribución del metanol es similar a la del alcohol etílico, presentando especial predilección por el humor vítreo y el nervio óptico en el ojo. Las mayores concentraciones se encuentran en hígado, riñón y tracto gastrointestinal, mientras

que en cerebro, músculo y tejido adiposo se detectan los niveles más bajos. Como se aprecia en el Esquema 1, el metabolismo del metanol se produce de forma lenta, realizándose mayoritariamente en el hígado (90-95%). Mediante la orina es eliminado un 12% y a través de los pulmones de un 3-5%. Por acción de la alcohol deshidrogenasa se produce una oxidación, dando lugar al formaldehído que, rápidamente ($t_{1/2}$: 1-2 min) es transformado en ácido fórmico por la aldehído desidrogenasa. En la reacción anterior, el glutatión reducido se combina con formaldehído, dando lugar a formilglutatión que, por acción de una glutatión-tiolasa, es convertido en ácido fórmico y glutatión. La vida media del ácido fórmico es de 20 h aproximadamente. Finalmente, el ácido fórmico es oxidado por una vía folato dependiente, dando lugar a dióxido de carbono y agua (Mencías y Mayero, 2000).



Esquema 1: Degradación del metanol a formato, CO_2 y agua (Mencías y Mayero, 2000)

El ritmo de oxidación es de 7-10 veces menor que el del etanol, lo que hace que se prolongue su vida media. Además, sobre el etanol se tiene de 10-20 veces más afinidad de alcohol deshidrogenasa que por el metanol de forma que, en presencia de ambos, es metabolizado con más rapidez el etanol. Solamente un 2-5% se elimina sin metabolizar (vía renal y pulmonar). En adultos la cantidad de metanol

metabolizada es lenta y muy variable; con hemodiálisis o terapia con etanol se reduce la vida media hasta 2.5 h (constante de eliminación de metanol 0.085g/L/h cuando se instaura terapia con etanol). La toxicidad del alcohol metílico viene determinada por la acumulación de sus dos metabolitos: formaldehído y ácido fórmico. El formaldehído es muy tóxico y tiene una vida media muy reducida. El ácido fórmico es un inhibidor de la citocromo-oxidasa mitocondrial; a dosis elevadas produce hipoxia histotóxica y es responsable de la acidosis metabólica y toxicidad ocular (Mencías y Mayero, 2000).

2.5.1. MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE METANOL

Se describen a continuación los métodos más usuales.

2.5.2. MÉTODO COLORIMÉTRICO

Este método se basa en la oxidación del metanol. El metanol es oxidado con permanganato de potasio en medio ácido a aldehído fórmico. Posteriormente este compuesto se hace reaccionar con ácido cromotrópico para la obtención de un compuesto colorido violeta. El compuesto colorido se lee a una longitud de onda de 575 nm en un espectrofotómetro (DOF, 1995b).

2.5.3. MÉTODO POR CROMATOGRAFÍA DE GASES

La cromatografía de gases se emplea para la determinación de concentración de alcoholes presentes en bebidas alcohólicas ya que se trata de compuestos volátiles. Dada la toxicidad del metanol es necesario el estudio de los niveles de concentración presente, además del control del mismo dentro de valores existentes legislados. Para establecer condiciones experimentales en un cromatógrafo de gases con detector de ionización de llama, se ensayan distintas condiciones cromatográficas como el flujo de gas portador, temperatura del inyector, volumen de muestra introducido en la columna y temperatura de la separación. Una vez establecidas las condiciones experimentales se procede a la determinación de metanol en una muestra real empleando 1-butanol como patrón interno (Mauri et al, 2010).

2.6. RECUBRIMIENTOS EN FRUTAS

Uno de los objetivos de emplear recubrimientos en las frutas es lograr su conservación y disponer de una amplia variedad y cantidad de ellas en áreas urbanas, donde se ha concentrado el mayor porcentaje de la población en los últimos años, demandando una mayor cantidad de alimentos para su subsistencia. En general, los recubrimientos son utilizados para crear un microempaque de la fruta y evitar así, las pérdidas de masa y de humedad por el fenómeno de la transpiración durante el almacenamiento. Estos recubrimientos se aplican por inmersión, aspersión o rociado, así como por medio de la nebulización y por aplicación con cepillos impregnados en las soluciones (Barreiro y Sandoval, 2006). Los recubrimientos comestibles y biodegradables representan una alternativa de empaque sin costos ambientales. Las cubiertas de quitosana, un derivado desacetilado de la quitina, el polímero más abundante en la naturaleza después de la celulosa (Borja-Urzola, 2021), han sido utilizadas como agente alternativo de control contra hongos y se ha demostrado que inducen la resistencia de la fruta además de inhibir el crecimiento de patógenos (Ortega-Granados, 2011). Este biopolímero presenta propiedades atractivas para su utilización como base para la realización de los recubrimientos, ya que además es un compuesto biodegradable y no tóxico (Vuarant, 2010). Por ello, en este estudio se probará directamente el biopolímero obtenido de los residuos de dos crustáceos (camarón y jaiba) solubilizado por medio de un disolvente patentado por Flores-Ortega y colaboradores (2004), con el objetivo de obtener un biopolímero de quitina-quitosana que permita aislar el producto aumentando su vida de anaquel.

2.7. QUITINA-QUITOSANA

La quitina es un polisacárido lineal, formado exclusivamente por residuos de N-acetil-D-glucosamina ligados por enlaces β 1-4 glucosídicos. Solamente se diferencia químicamente de la celulosa (Figura 4) en que cada grupo OH del tercer carbono se halla sustituido por una acetamida (Melo y Cuamatzi, 2007). La quitina (Figura 5) es un poli-N-acetil-D-glucosamina encontrado en insectos, hongos y en invertebrados marinos. Los caparazones de los crustáceos son ricos en quitina y, por lo tanto, una

fuente importante de este compuesto. La quitosana (Figura 6), es un derivado de la quitina.

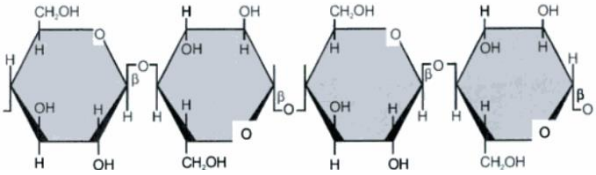


Figura 4. Celulosa (Melo y Cuamatzi, 2007)

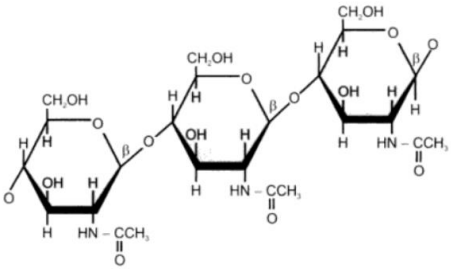


Figura 5. Quitina
(Melo y Cuamatzi, 2007)

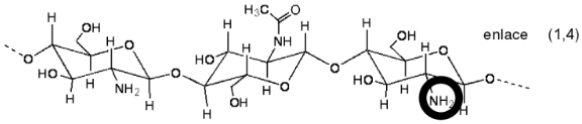


Figura 6. Quitosana
(Vuarant, 2010)

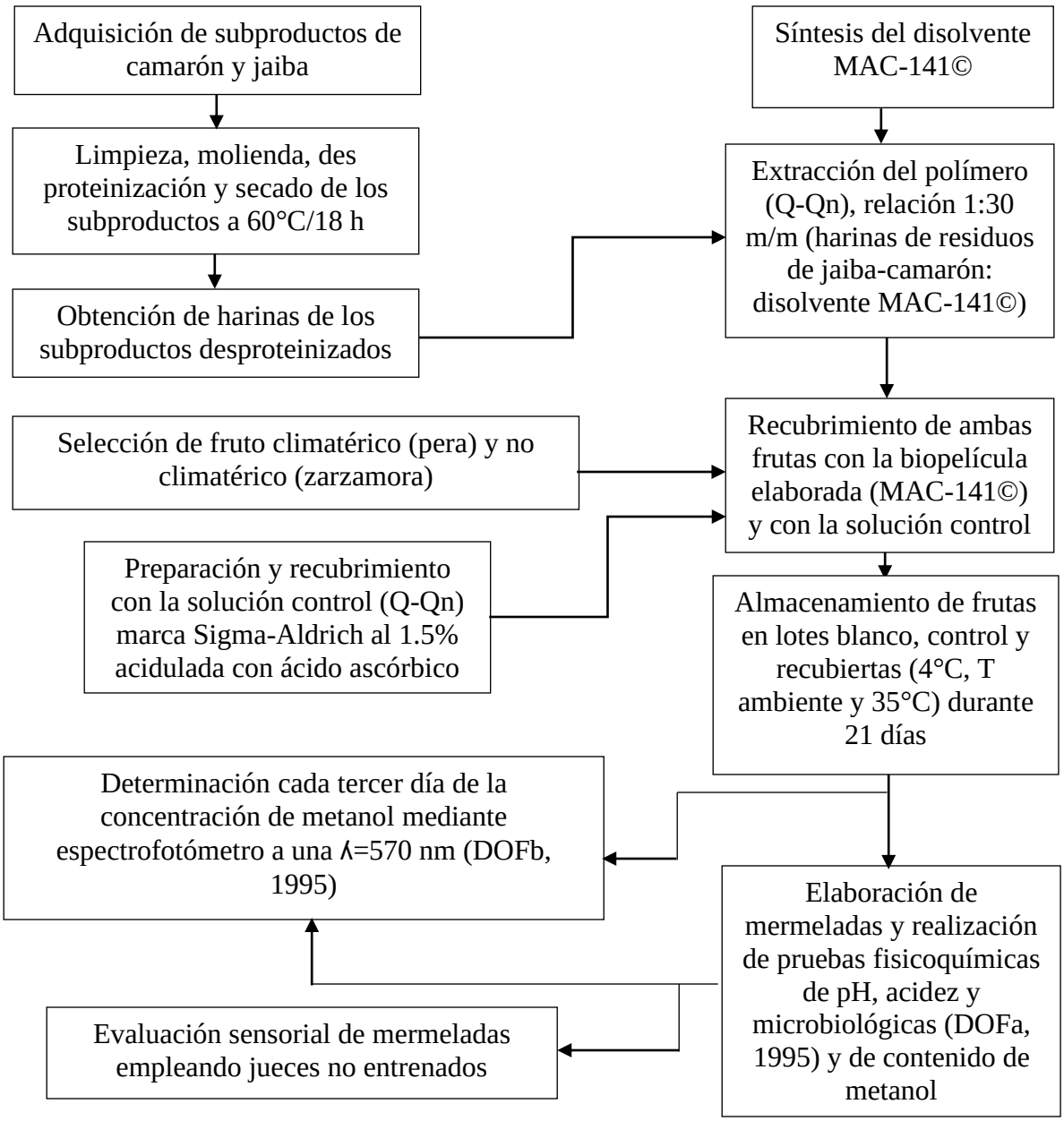
Es de gran interés comercial, se aplica en la industria de alimentos, agricultura, cosmética y farmacéutica. La remoción del grupo acetilo de la quitina es catalizada por la enzima quitina deacetilasa. Esta enzima es ahora buscada en microorganismos marinos para poder acelerar y mejorar el proceso de producción industrial de la quitosana (Figueroa, 2005).

A continuación, en el capítulo siguiente se expondrá la metodología seguida en esta investigación.

CAPÍTULO 3
METODOLOGÍA

3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES

La metodología empleada fue basada principalmente en lo planteado por Enríquez-Estrada y Nava-Arévalo (2016) y por Flores-Ortega (2004, 2008) la cual se describe a continuación:



Esquema 2: Metodología empleada durante la experimentación

3.2. RECOLECCIÓN DE SUBPRODUCTOS DE CAMARÓN Y DE JAIBA

Para la recolección de los subproductos de camarón y de jaiba se acudió al mercado de la Nueva Viga en la Central de Abastos de la Ciudad de México (Figura 7). Los residuos de crustáceos se trasladaron en bolsas oscuras con hielo dentro de una hielera a los Laboratorios 301, 302 y 303 del Conjunto E de la Facultad de Química de la UNAM.

Figura 7. Establecimiento comercial del cual se recuperaron los subproductos de jaiba y camarón en la Central de Abastos

3.3. OBTENCIÓN Y LIMPIEZA DE LOS CEFALOTÓRAX Y EXOESQUELETOS DE CAMARÓN Y DE JAIBA

Para esta parte, se retiraron el cefalotórax y los exoesqueletos del resto de los componentes de los crustáceos y se enjuagaron a chorro de agua para remover el exceso de material orgánico y de materia extraña (fauna de acompañamiento). Posteriormente, se dejaron escurrir para eliminar el exceso de agua (Figuras 8 y 9).

Figura 8. Cefalotórax y exoesqueletos de camarón limpio y escurrido

Figura 9. Cefalotórax y exoesqueletos de jaibas limpias y escurridas

3.4. SECADO, DESPROTEINIZADO Y MOLIENDA DE LOS RESIDUOS

Para esta parte, se realizó el secado de los residuos de camarón y de jaiba en un horno de la marca Felisa modelo F-293D a una temperatura de 60°C. Posteriormente, se procedió a la obtención de hojuelas desproteinizadas siguiendo la metodología propuesta por Flores-Ortega (2008). Para obtenerlas se realizó una molienda del cefalotórax con agua en una combinación de 1:2 m/m (cefalotórax:agua) en una licuadora Hamilton Beach 5024R-MX a velocidad alta durante periodos de 30 segundos (Figuras 10 y 13). Las hojuelas se secaron a 60°C durante 18 horas (Figura 11). Se molieron con ayuda de un molino para café Fresh Grind™ 80335 y se hicieron pasar por un tamiz del número 80 (Figuras 12-14).

Figura 10. Hojuelas de camarón desproteinizadas

Figura 11. Secado de hojuelas

Figura 12. Tamizado del polvo ('harina') de camarón

Figura 13. Hojuelas de jaiba desproteinizadas

Figura 14. Tamizado del polvo ('harina') de jaiba

3.5. ELABORACIÓN DEL DISOLVENTE MAC-141©

El disolvente MAC-141© se preparó siguiendo la metodología propuesta por Flores-Ortega (2004) y modificada por Enríquez-Estrada y Nava-Arévalo (2016). Para su elaboración se empleó una mezcla de metanol, agua y cloruro de calcio bajo las siguientes proporciones (relación molar 1:4:1).

Tabla 1. Cantidad de reactivo utilizado para la elaboración del disolvente MAC-141©

Reactivo	Cantidad
Metanol	99.00mL
Agua	180.00mL
Cloruro de calcio	277.50g

Los reactivos se mezclaron bajo una campana de extracción en un baño de hielo (Figura 15), respetando la relación y el orden de agua, metanol y cloruro de calcio. La mezcla se hizo en un matraz de bola de 500 mL. El matraz con la mezcla se colocó en una campana a reflujo con agitación constante a una temperatura de 60°C durante un periodo de 6-8 horas (Figura 16), cuidando de no rebasar los 64°C para evitar la pérdida excesiva de metanol. Posterior al tiempo de reflujo, se dejó reposar a temperatura ambiente durante 48 horas para y se centrifugó a 3600 rpm durante 15 min a 25°C. Posteriormente se almacenó la muestra en un recipiente con tapa.

Figura 15. Mezcla a baño de hielo de agua-metanol-cloruro de calcio en una relación 4:1:1

Figura 16. Equipo de reflujo para MAC-141©

3.6. ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES IDÓNEAS DE OBTENCIÓN DEL BIOPOLÍMERO QUITINA-QUITOSANA Y PREPARACIÓN DEL RECUBRIMIENTO CONTROL

Para la realización de esta parte, se realizaron pruebas para determinar la relación idónea de las 'harinas' de los residuos de camarón y de jaiba en una relación 50:50 con la cantidad del disolvente MAC-141©, hasta tener la mejor relación. Para ello, se emplearon combinaciones de 1:5, 1:30, 1:50 y 1:100, es decir, que por cada gramo de mezclas equivalente (1:1) de las dos 'harinas' se agregaron 5, 30, 50 y 100g respectivamente de la mezcla MAC-141© (Figura 17). Cada mezcla se dejó reposar durante 48 horas y se continuó con una filtración en un matraz Kitasato con ayuda de un embudo Büchner y una manta de cielo (Figura 18). Al obtenerse el filtrado, se dejó reposar en cajas Petri destapadas durante 24 horas en una cámara de humificación elaborada con un desecador al cual se le retiró el gel de sílice y se le colocó agua (Figura 19). Al paso del tiempo se observó la consistencia de cada una de las mezclas para determinar cuál de ellas resultaba la mejor opción de uso como recubrimiento de las dos frutas, siendo la relación 1:30 la mezcla elegida. El recubrimiento control se preparó con 1.5% en masa de quitosana comercial marca Sigma-Aldrich en una solución acidulada de ácido ascórbico al 2%.

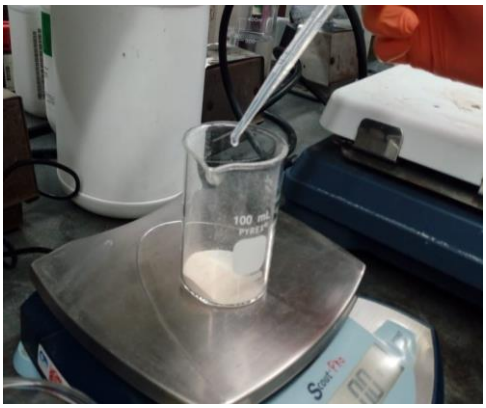


Figura 17. Preparación de las mezclas de 'harina' empleando el disolvente MAC-141©

Figura 18. Filtrado de las mezclas de 'harinas' de jaiba y de camarón con el disolvente MAC-141©

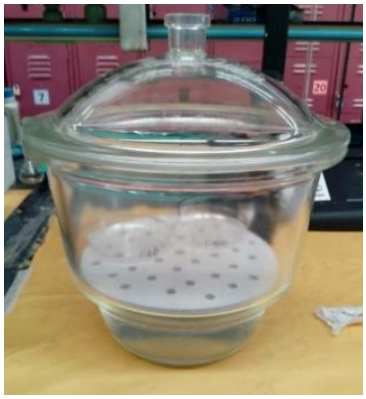


Figura 19. Desecador PYREX empleado como cámara de humidificación

3.7. SELECCIÓN DE FRUTAS, RECUBRIMIENTO (BIOPELÍCULA EXPERIMENTAL Y CONTROL) Y ALMACENAMIENTO A DIFERENTES TEMPERATURAS

Las frutas elegidas para la realización de la parte experimental fueron peras verdes (*Pyrus communis*) y zarzamoras (*Rubus fruticosus*). Para ambas frutas se contempló un lote blanco (sin recubrimiento), un lote control (quitosana Sigma-Aldrich al 1.5% en una solución acuosa acidulada con ácido ascórbico al 2%) y un lote con el recubrimiento experimental en una relación 1:30 ('harina':MAC-141©). Los frutos se almacenaron a temperaturas de 4°C, T ambiente y de 35°C.

3.8. MONTAJE DE LA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL METANOL

El montaje de esta técnica se realizó con base en la NOM-142-SSA1-1995 (DOF, 1995b). Para ello, se pesaron de 15 - 25 gramos de fruta en una balanza granataria OHAUS, posteriormente fueron licuadas con 100mL de una disolución de etanol al 5% durante 30 segundos a velocidad alta en una licuadora Hamilton Beach 5024R-MX. Esta mezcla se depositó en un matraz de bola de 500mL y se destiló empleando un equipo de destilación. Posteriormente, se recolectaron los primero dos mililitros del destilado y se llevaron a un aforo de 25mL. Adicionalmente, a este paso, se realizó una curva patrón de metanol grado analítico. Para la lectura del metanol de la muestra se tomaron 5mL realizándose un proceso de oxidación del metanol para finalmente formarse un compuesto colorido para su lectura espectrofotométrica en un equipo UV-Vis. Modelo Cintra V.

3.9. OXIDACIÓN Y LECTURA DE METANOL RESIDUAL

Fundamento

Este método se basa en la oxidación del metanol a aldehído fórmico por acción del permanganato de potasio en medio ácido. El formaldehído reacciona con el ácido cromotrópico para dar un compuesto violeta que se lee en el espectrofotómetro a una λ=570 nm (DOF, 1995b).

Nota: El diagrama ecológico se encuentra en el Anexo VII.

Procedimiento de oxidación

El procedimiento de oxidación se realizó de la siguiente manera:

1. Se colocó una alícuota de 5mL del destilado aforado en un matraz de aforo de 25mL.
2. Se agregaron 2mL de $KMnO_4/H_3PO_4$, al 3% en una solución acuosa de ácido fosfórico al 15%. Se dejó reposar durante 15min a temperatura ambiente.
3. Pasado el tiempo se adicionaron 2mL de ácido oxálico al 5%.
4. El matraz aforado de 25mL se tapó y se agitó con cuidado permitiendo la salida del CO_2 liberado dejándose reposar durante 15 minutos a temperatura ambiente.
5. Pasado ese tiempo se agregó 1mL de ácido cromotrópico.
6. Posteriormente se colocaron 5mL de H_2SO_4 concentrado.
7. Se colocó el matraz en un baño de agua a una temperatura controlada de 65-68°C durante 20min.
8. Se enfrió a 25°C y se llegó a la marca de aforo con agua destilada.
9. La absorbancia se leyó a una longitud de onda de 570 nm en un espectrofotómetro y se ajustó a cero con el blanco de la curva. El blanco de la muestra fue preparado bajo el mismo procedimiento pero sustituyendo el mililitro de ácido cromotrópico por agua destilada.

Nota: La información de los reactivos se encuentra en el Anexo III y la preparación de ellos en el Anexo IV.

3.10. PREPARACIÓN DE MERMELADAS Y EVALUACIÓN SENSORIAL

Con la finalidad de contar con un control de aceptación o rechazo de las frutas recubiertas con películas de quitina se prepararon mermeladas de cada fruta empleando las frutas recubiertas y el blanco (sin recubrimiento), teniendo como resultado final 6 muestras de mermeladas. Para esto, se siguió lo descrito en la NOM-130-SSA1-1995 (DOF, 1995a). Para la evaluación sensorial de las mermeladas se siguió el cuestionario mostrado en el Anexo I, con jueces no entrenados (estudiantes de la Facultad de Química de la UNAM).

3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los análisis estadísticos empleados fueron los análisis de varianza de dos factores con una muestra por grupo de datos, empleándose para ello el paquete de Microsoft Excel 2013.

CAPÍTULO 4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se expondrán los resultados derivados de esta investigación. Cabe recordar que, en este experimento, se manejaron 3 lotes 1) Un lote con el recubrimiento experimental con una relación 1:30 ('harina':MAC-141©), 2) Un lote control, el cual fue elaborado con quitosana Sigma-Aldrich al 1.5% y, finalmente, 3) Un lote blanco (sin recubrimiento) para cada una de las dos frutas bajo estudio.

4.1. CONCENTRACIONES DE METANOL ENCONTRADAS

4.1.1. Zarzamoras

Para realizar la determinación del metanol en zarzamoras se seleccionaron las frutas para ser recubiertas con la biopelícula experimental (Figuras 20 y 21), la biopelícula control (preparada con quitosana Sigma-Aldrich) y el lote blanco (sin biopelícula).

Figura 20. Selección de zarzamora y separación en 3 lotes

Figura 21. Selección de peras y separación en 3 lotes

Para recubrir las frutas se utilizó una brocha de cerda suave (Figura 22) siguiendo la metodología establecida por Ortega-Granados (2011).

Ejemplo de cálculo para determinar la concentración de metanol en la muestra

Los valores de la regresión lineal de la curva patrón del metanol se aprecian en la Gráfica 1 y los valores de la curva patrón se encuentran en el Anexo VI.

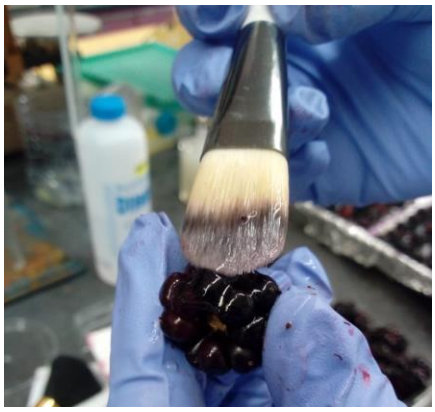


Figura 22. Recubrimiento mediante la técnica de cepillado con una brocha de cerda suave

La ecuación empleada para la determinación de la concentración de metanol fue la ecuación de la recta y= (m)(x)+b

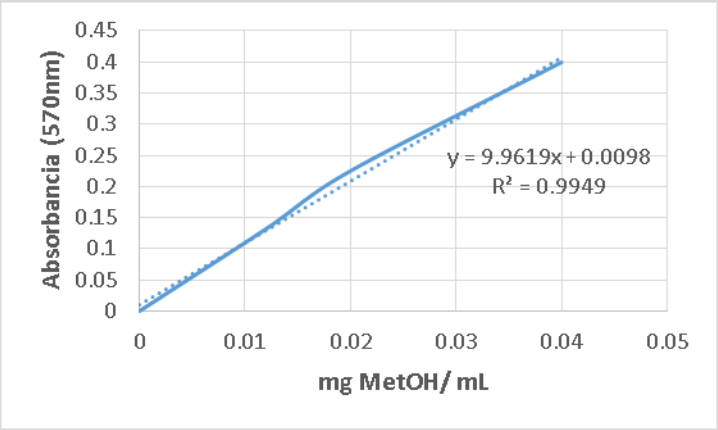
donde:

- R^2= Coeficiente de correlación (0.9949)
- Y= Absorbancia de la muestra
- X= Concentración de metanol (mg/mL)
- m= Pendiente (9.9619)
- b= Ordenada al origen (0.0098 mL/mg metanol)

Concentración de metanol= $\frac{Abs-m}{b} * \frac{25mL}{5mL} * \frac{25mL}{2mL} * \frac{100mL}{g\ de\ muestra}$

Concentración de metanol= $\frac{0.0119-9.9619}{0.0098} * \frac{25mL}{5mL} * \frac{25mL}{2mL} * \frac{100mL}{19.9107g\ de\ muestra}$

= 0.0656mg de metanol/g fruta



Gráfica 1. Curva patrón del metanol

Cabe mencionar que el estudio de la concentración de metanol en las zarzamoras a la temperatura de 35°C se detuvo en el día 8, ya que a partir del día 9 se observó visualmente en los tres lotes desarrollo de hongos en la fruta (Figura 23).

Figura 23. Visualización de una película de hongos sobre la superficie de las zarzamoras

En la Tabla 2 se aprecia que, en los primeros días, hubo una disminución en la concentración de metanol, mientras que para el día 8 de la revisión, se apreció un aumento en la concentración. Este aumento pudiera ser atribuido a la actividad de las enzimas pectinasas, las cuales rompieron enlaces para liberar el contenido de metanol en la fruta, debido a que las pectinasas poseen una mayor actividad comenzando a los 35°C y culminando como temperatura estable a los 45°C (Arellano y col., 2014).

Tabla 2. Absorbancia y metanol calculado para zarzamora a 35°C

	Blanco		**Control**		**Experimental**	
Día de revisión	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**
1	0.0169	0.1761	0.0229	0.4788	0.0263	0.5253
3	0.0119	0.0656	**0.0056**	**ND[a]**	0.0119	0.0635
8	0.0155	0.2321	0.0223	0.3981	0.0199	0.2969

[a]Valor no detectado. Abs=Absorbancia de la muestra

En la Tabla 3 se aprecia que, para las zarzamoras a temperatura ambiente, las revisiones fueron detenidas en el día 8, debido a que a esta temperatura se presentó

una consistencia pegajosa en las zarzamoras de los 3 lotes, al igual que se observó la presencia de hongos filamentosos. La fruta de estos lotes tuvo un comportamiento similar en cuanto a la concentración, comparada con la temperatura de 35°C (Tabla 2). Por lo que se puede mencionar, que este comportamiento, es propio de la fruta, sin embargo, faltaría realizar más estudios sobre este tema. Cabe destacar que el lote experimental al estar expuesto a una temperatura ambiente disminuyó un poco más de un miligramo en la concentración de metanol por cada gramo de muestra del día uno al día tres (Tabla 3).

Tabla 3. Absorbancia y metanol calculado para zarzamora a temperatura ambiente

	Blanco		**Control**		**Experimental**	
Día de revisión	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**
1	0.0169	0.1996	0.0179	0.2494	0.0671	1.6189
3	0.0228	0.4182	0.0104	0.0229	0.0193	0.3541
8	0.0119	0.0904	0.0116	0.0717	0.0339	0.7231

Abs=Absorbancia de la muestra

En la Tabla 4, se aprecia que para las zarzamoras sometidas a una temperatura de refrigeración (3°C), la concentración de metanol también disminuyó en los primeros días como lo sucedido en la Tabla 2 y, posteriormente, aumentó. Para el lote blanco, esta disminución terminó en los primeros días (día 3) y, posteriormente, aumentó para mantenerse hasta los últimos días de las revisiones (hasta el día 17). Para el lote control se observó una disminución del contenido de metanol encontrado hasta el día 10 y gradualmente tuvo un aumento hasta llegar al día 17.

En el lote experimental empleando el disolvente MAC-141© el comportamiento para las concentraciones de metanol no fueron tan claras como en el caso del lote control y del lote blanco, ya que los valores de los días 1, 3, 10 y 15 del lote experimental fueron similares entre ellos, y al ser el lote que contuvo el recubrimiento con metanol y al haberse observado que las biopelículas a esta temperatura permanecieron

húmedas y que la capa aplicada pudo haber tenido diferencias en espesor, fue posible decir que el cambio en las concentraciones de metanol no se vieron afectadas tan evidentemente a pesar de todas estas variaciones intrínsecas al experimento.

Tabla 4. Absorbancia y metanol calculado para zarzamora a 4°C

	Blanco		Control		Experimental	
Día de revisión	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**
1	0.0169	0.1761	0.0179	0.2494	0.0271	0.4884
3	**0.0025**	**ND[a]**	0.0150	0.1645	0.0259	0.5142
8	0.0220	0.4195	0.0118	0.0679	0.0169	0.2596
10	0.0361	1.0303	**0.0005**	**ND[a]**	0.0214	0.4077
15	0.0289	0.8189	0.0202	0.4114	0.0184	0.4117
17	0.0399	1.3294	0.0347	1.0566	0.0375	1.0778

[a]Valor no detectado. Abs=Absorbancia de la muestra

Analizando el contenido de metanol en las zarzamoras que estuvieron bajo las 3 temperaturas en los 3 lotes, se observa que las concentraciones de metanol en cada una de las temperaturas fueron mayores con el recubrimiento experimental empleando el disolvente MAC-141©, lo cual era de esperarse debido a la concentración inicial del metanol que posee este recubrimiento.

4.1.2. Peras

Para el caso de las peras, a la temperatura de 35°C, como se observa en la Tabla 5, el estudio culminó hasta el día 11 debido a que en los días posteriores se presentó el desarrollo de hongos filamentosos como se aprecia en la Figura 24.

Figura 24. Presencia de hongos en la superficie de las peras a 35°C

Tabla 5. Absorbancia y metanol calculado para pera a 35°C

	Blanco		Control		Experimental	
Día de revisión	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**
1	0.0256	0.4705	0.0454	1.1060	0.0538	2.2237
3	0.0391	0.9157	0.048	1.2294	0.0722	1.8439
8	0.0437	1.0689	0.0522	1.6840	0.0569	2.1898
11	0.0282	0.6992	0.0255	0.5878	0.0253	0.6888

Abs=Absorbancia de la muestra

El comportamiento de la concentración de metanol en los tres lotes fue mantenido durante los primeros días, mientras que para el día 11, la concentración de metanol comenzó a disminuir. Para el lote blanco de las peras la concentración fue menor en un inicio, pero es necesario considerar que a pesar de tomar una muestra representativa, las frutas no presentaron el mismo grado de madurez. Al compararse con la Tabla 2 de zarzamoras a 35°C, se pudo suponer que las pectinasas presentes en las peras están actuando al ser aceleradas por la alta temperatura. Por ello, las concentraciones de metanol en los lotes de pera fueron mayores que los obtenidos en las zarzamoras a la misma temperatura, ya que el contenido de pectinas presente en cada fruto es diferente.

En la Tabla 6 se muestran los datos experimentales para temperatura ambiente.

Tabla 6. Absorbancia y metanol calculado para pera a temperatura ambiente

	Blanco		Control		Experimental	
Día de revisión	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**
1	0.0256	0.4705	0.0259	0.4935	0.0343	0.8300
3	0.0168	0.2315	0.021	0.3293	0.0144	0.1523
8	0.0135	0.1213	0.0220	0.3636	**0.0078**	**ND[a]**
11	**0.0056**	**ND[a]**	0.0157	0.1788	0.0222	0.3816
15	**0.0023**	**ND[a]**	**0.0018**	**ND[a]**	0.0176	0.2380
17	0.0409	0.9454	0.0297	0.6213	0.0185	0.2706
21	0.0196	0.3042	0.0247	0.4507	0.0201	0.3144

[a]No detectado, Abs=Absorbancia de la muestra

Se aprecia que, para los tres lotes de peras, hubo una disminución en la concentración de metanol para posteriormente, presentarse un aumento conforme avanzaron los días del estudio. También se aprecia que del día 1 al 3 hubo una disminución importante en la concentración de metanol en la muestra con el recubrimiento experimental con MAC-141© a temperatura ambiente. Sin embargo, la exposición al ambiente facilitó la evaporación rápida del metanol proveniente del recubrimiento MAC-141©.

Al analizar los resultados derivados de la Tabla 7, para la temperatura de refrigeración (4°C), se aprecia que la concentración en cada uno de los lotes fue en decremento, sin embargo, para las frutas del lote blanco no aumentó la concentración de metanol al paso de los 21 días.

Tabla 7. Absorbancia y metanol calculado para pera a 4°C

	Blanco		**Control**		**Experimental**	
Día de revisión	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**	**Abs.**	**Contenido de metanol (mg/g de fruta)**
1	0.0256	0.4705	0.0159	0.1885	0.0243	0.4915
3	0.0105	0.0244	0.0136	0.1214	0.0214	0.3581
8	0.0112	0.0443	0.0128	0.0971	0.0312	0.6923
11	0.0207	0.3376	**0.0024**	**ND[a]**	0.0218	0.3754
15	**0.0022**	**ND[a]**	**0.0047**	**ND[a]**	0.0452	1.0653
17	**0.0047**	**ND[a]**	0.0114	0.0500	0.0509	1.2314
21	**0.0081**	**ND[a]**	0.0210	0.3397	0.0320	0.6870

[a]No detectado, Abs=Absorbancia de la muestra

A bajas temperaturas las pectinasas no aumentaron su actividad enzimática, lo cual evitó la liberación de metanol por la ruptura de enlaces de las pectinas. En un principio para el lote control, se observó una disminución en la concentración de metanol, sin embargo al transcurrir los 17 días hubo un aumento. Para el recubrimiento experimental con MAC-141© no se presentó una tendencia específica, por lo cual, se debe considerar que las frutas recubiertas y almacenadas a esta temperatura conservaron la capa de humedad proveniente del recubrimiento experimental con el disolvente MAC-141© por un mayor tiempo (Figura 25).

Figura 25. Recubrimiento de una pera con la biopelícula húmeda al inicio del estudio

Como se mencionó anteriormente, esta capa al ser aplicada manualmente y no estar estandarizado su grosor para cada una de las frutas, pudo haber causado que la concentración de metanol se mantuviera a lo largo del almacenamiento.

4.2. CANTIDAD DE FRUTA QUE PUEDE SER INGERIDA SIN CAUSAR DAÑOS A LA SALUD

Para el cálculo de la cantidad que se puede ingerir al día, se tomó en consideración el *NOAEL* correspondiente al metanol, el cual es de 500 mg/kg de masa corporal por día en ratas macho. Este valor fue complementado con el factor de seguridad (FS) igual a 100 (Valle-Vega y Lucas-Florentino, 2000), el cual incluye la variación interespecie e intraespecie. En las Tablas 8 y 9 se aprecian estos cálculos.

Tabla 8. Cálculo[1] de la cantidad en gramos de zarzamora que puede ingerir una persona de 75 kg por día sin exceder los límites de NOAEL y de FS

Muestra	Blanco (g)	Control (g)	Experimental (g)
Cantidad de fruta	**35°C**		
	2, 374.92	1, 282.93	1, 270.32
	Temperatura ambiente		
	1, 588.31	3, 272.25	417.27
	4°C		
	602.60	1, 154.20	712.12

[1] Para el cálculo se tomó el promedio de las concentraciones de metanol para cada lote, para cada temperatura. Las concentraciones no detectadas fueron tomadas como cero para realizar los promedios

Tabla 9. Cálculo[1] de la cantidad en gramos de <u>pera</u> que puede ingerir una persona de 75 kg por día sin exceder los límites de NOAEL y de FS

Muestra	Blanco (g)	Control (g)	Experimental (g)
Cantidad de fruta	**35°C**		
	475.53	325.58	215.94
	Temperatura ambiente		
	1, 266.46	1, 076.97	1, 200.38
	4°C		
	2, 992.82	3, 295.25	535.64

[1] Para el cálculo se tomó el promedio de las concentraciones de metanol para cada lote, por cada temperatura. Las concentraciones no detectadas fueron tomadas como cero para realizar el promedio

<u>Ejemplo de cálculo:</u>

Cantidad que se puede ingerir = $\frac{\frac{500mg}{kg \cdot día}}{100}$ = 5 mg/kg masa corporal por día

Para una persona de 75kg de masa corporal:

$\frac{1g\ de\ fruta}{0.4884\ mgMetanol} * \frac{5\ mgMetanol}{kgmasa\ corporal\ por día}$*75 kg masa corporal = 762.81g de fruta/día

Si fuera un niño de 20 kg de masa corporal serían entonces 204.75 g de fruta/día

Por ello, es muy importante conocer estos valores para personas más que para solamente ratas de laboratorio.

Observando las Tablas 8 y 9, se puede mencionar que la cantidad de fruta que es posible consumir con la biopelícula experimental es aceptable, ya que a temperatura ambiente sería posible el consumo de 417.27 g de zarzamoras y de 1,200.38 g de peras pero, en el caso de que se hayan encontrado refrigeradas, se tiene que es posible consumir 712.12 g de zarzamoras a temperatura ambiente y de 535.64 g de peras en refrigeración. Si por ejemplo, estos productos se comercializan en estados de la republica que están en temporada de verano a más de 40°C, sería posible el consumo de 1,270.32 g de zarzamoras y de 215.94 g de pera. Cabe mencionar que la temperatura de 35°C favoreció la deshidratación de las frutas y, en el caso de la pera propició una pronta maduración durante los días de almacenamiento.

4.3. PREPARACIÓN DE MERMELADAS Y SU EVALUACIÓN SENSORIAL

Apoyados en la NOM-130-SSA1-1995 (DOF, 1995a) se prepararon dos tipos de mermeladas (Figuras 26 y 27) empleando los lotes de frutas que se mantuvieron en refrigeración para el caso de zarzamoras y los de temperatura ambiente para el caso de las peras. Esto se decidió considerando que las zarzamoras no tenían una buena conservación a las temperaturas ambiente y de 35°C.

Figura 26. Mermelada de zarzamora

Figura 27. Mermelada de pera

Para ello, se realizaron pruebas fisicoquímicas para la materia prima, obteniéndose los resultados que se aprecian en las Tablas 10 y 11. Con la ayuda de los valores obtenidos en ellas se realizaron los cálculos para los balances de acidez, sólidos solubles y °Bx. Buscándose siempre en cada una de las mermeladas contar con un 60% de fruta, un 40% de sacarosa, 0.5% de acidez y 1% de pectina de alto metoxilo.

Tabla 10. Valores fisicoquímicos de la materia prima zarzamora almacenada a 4°C

Materia prima	pH	% Acidez	°Bx
Lote Blanco	3.50	0.78	8
Lote Control	3.49	0.80	10
Lote Experimental	3.39	0.74	11

Tabla 11. Valores fisicoquímicos de la materia prima pera almacenada a temperatura ambiente

Materia prima	pH	% Acidez	°Bx
Lote Blanco	4.39	0.39	14
Lote Control	4.39	0.42	14
Lote Experimental	4.37	0.38	13

La mermelada se depositó en frascos de vidrio previamente hervidos durante 20 minutos para evitar la contaminación que aportara el envase (Figura 28 y 29).

Figura 28. Mermelada de zarzamora

Figura 29. Mermelada de pera

Posteriormente, se realizó la destilación de metanol para cada una de las mermeladas. En la Tabla 12 se aprecia que la piel de la fruta a lo largo de los días de almacenamiento (8 días) absorbió metanol del recubrimiento experimental, y a pesar de que fue lavada la materia prima, se encontró una mayor cantidad de metanol en el lote experimental que en los otros dos lotes de mermeladas.

Al encontrar metanol en el lote blanco (solamente la fruta) es posible decir que por efecto de las enzimas se produjo metanol proveniente de las pectinas propias de la fruta. En el lote control al no encontrarse metanol, la conservación de la fruta impidió la actividad enzimática a ciertos niveles que no fueron detectados. Cabe destacar que también se vio “diluida” la fruta debido a la sacarosa y demás ingredientes que, aunque presentes en la elaboración de todas las mermeladas, en esta particularmente resultó importante.

Tabla 12. Contenido de metanol en la mermelada de zarzamora

Recubrimiento	Contenido de metanol encontrado (mg/g de fruta)	Mermelada que es posible ingerir[a]
Blanco	0.2422	1,548.31 g
Control (Quitosana Sigma-Aldrich al 1.5%)	0	Sin límite
Experimental ('harina':MAC-141©)	0.9298	403.31 g

[a]Cálculo realizado para una persona con masa corporal de 75 kg según se vio antes

En cuanto a la Tabla 13, se aprecia que las pectinasas por el estado de maduración de la pera se encontraron en mayor cantidad en el lote blanco (sin recubrimiento). Los recubrimientos hicieron que las enzimas presentes en la fruta no degradaran las pectinas a metanol debido a que la de maduración fue más lenta. Es por eso que en la mermelada recubierta con la biopelícula experimental no se encontró metanol residual. Esto, sumado a que al retirar la cáscara de la fruta se eliminó el metanol proveniente del recubrimiento y, por otro lado, el estado de maduración de la pera hizo que ya no se produjera una cantidad de metanol apreciable.

Tabla 13. Contenido de metanol en la mermelada de pera

Recubrimiento	Contenido de metanol encontrado (mg/g de fruta)	Mermelada que es posible ingerir[a]
Blanco	0.1099	3 412.19 g
Control	0.0617	6 077.80 g
Experimental ('harina':MAC-141©)	0	Sin límite

[a]Cálculo realizado para una persona con masa corporal de 75 kg acorde a lo señalado antes

4.4. REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS

En la Figura 30 se aprecia la realización de las pruebas microbiológicas mencionadas en la NOM-130-SSA1-1995 (DOF, 1995a). Para ello, se prepararon los

medios de cultivo para la determinación de hongos y levaduras, mesófilos aerobios y coliformes totales (ver la información de los medios de cultivo en el Anexo V).

Los hongos y las levaduras se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente, pueden encontrarse como flora normal de un alimento o como contaminantes en equipos mal sanitizados.

Las bacterias mesofílicas aerobias, o mesófilos aerobios son un indicador general de la población que pueden estar presente en una muestra y, por lo tanto, de la higiene con que ha sido manejado el producto. La mayoría de los coliformes pueden encontrarse en la microbiota normal del tracto digestivo del hombre o de otros animales mamíferos y, por tanto, son expulsados especialmente en las heces fecales. Un ejemplo es *Escherichia coli* y por eso se les llama coliformes.

Figura 30. Dilución de la muestra en zona aséptica

Por esta razón, su presencia constante en la materia fecal, son el grupo más ampliamente utilizado en la microbiología de alimentos como indicador de prácticas higiénicas inadecuadas. Como los coliformes también pueden vivir en otros ambientes, se distingue entre coliformes totales y coliformes fecales (Camacho y col., 2009). La ausencia de estos microorganismos en las mermeladas (Tabla 14) indicó que la materia prima y las condiciones de preparación se realizaron con una buena

calidad e higiene, por lo que estas mermeladas fueron aptas para el consumo humano.

Tabla 14. Resultados de las pruebas microbiológicas

Mermelada	Hongos y levaduras	Mesófilos aerobios	Coliformes
Zarzamora (blanco)	Ausente	Ausente	Ausente
Zarzamora (control)	Ausente	Ausente	Ausente
Zarzamora (experimental)	Ausente	Ausente	Ausente
Pera (blanco)	Ausente	Ausente	Ausente
Pera (control)	Ausente	Ausente	Ausente
Pera (experimental)	Ausente	Ausente	Ausente

4.5. EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial de las seis mermeladas se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Química en el vestíbulo del Edificio B (Figura 31). Se encuestaron a 101 personas (evaluadores no entrenados), con edades entre 9 y 30 años, correspondiendo a un 51% mujeres y 49% hombres (Gráfica 2). El cuestionario aplicado para la evaluación se encuentra en el Anexo I, como se indicó en la metodología. Se usaron como parámetros de evaluación los siguientes atributos: Olor, color, sabor y textura.

Figura 31. Evaluadores no entrenados realizando la encuesta

Para la identificación de los lotes que presentaron diferencia significativa se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y se empleó la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) para encontrar las muestras en las cuales había por lo menos una diferencia significativa.

Gráfica 2. Evaluadores (hombres y mujeres)

Para el análisis de varianza se sabe que si el valor de la probabilidad es menor o igual a $\alpha \geq 0.05$ indica la existencia de diferencias significativas en las muestras evaluadas. Para el análisis de varianza se asignó un número a la escala empleada en la evaluación de la siguiente manera:

- 5 Me gusta mucho
- 4 Me gusta ligeramente
- 3 Ni me gusta ni me disgusta
- 2 Me disgusta ligeramente
- 1 Me disgusta mucho

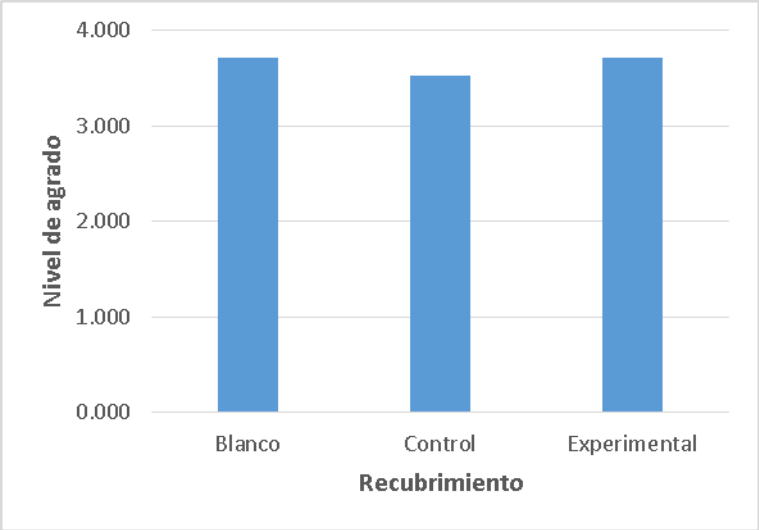
Los promedios obtenidos de los atributos de las mermeladas en la evaluación sensorial se encuentran mencionados en el Anexo II.

4.5.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS ZARZAMORAS

En la Tabla 15 se presentan los resultados para el atributo OLOR. Dado que el valor de la probabilidad fue mayor que el valor de $\alpha \geq 0.05$, no hubieron diferencias significativas, por lo que todas las mermeladas de zarzamora en cuanto al olor fueron percibidas de la misma forma por los evaluadores (Gráfica 3).

Tabla 15. Análisis de varianza (ANDEVA) para el atributo "Olor" de la mermelada de zarzamora

Probabilidad	Valor de F
0.119	2.148



Gráfica 3. Olor: Nivel de agrado de las mermeladas de zarzamora

En la Tabla 16 se muestran los datos para el atributo COLOR. Dado que el valor de la probabilidad fue menor que el valor de $\alpha \leq 0.05$, sí hubieron diferencias significativas. Realizando la prueba de DMS y considerando que si la diferencia entre las medias es mayor al valor de DMS existe una desigualdad entre las mermeladas, se puede decir que hubieron diferencias entre las mermeladas del lote blanco y lote control y entre lote blanco y lote experimental (Tabla 17), percibiéndose como diferentes, sin embargo el lote experimental y el lote control fueron percibidos como iguales (Gráfica 4).

Tabla 16. Análisis de varianza (ANDEVA) para el atributo "Color" de la mermelada de zarzamora

Probabilidad	Valor de F
0.008	4.931

Tabla 17. Análisis de las muestras para el atributo "Color" de la mermelada de zarzamora con la prueba de DMS

Comparación entre muestras[c]	Diferencia de medias	DMS	Diferencia entre muestras[d]
B-C	0.228	0.173	Sí
B-E	0.248	0.173	Sí
C-E	0.020	0.173	No

[c] Para esta comparación se usaron las letras iniciales de cada uno de los lotes analizados, siendo B, para el blanco, C, para el control y E, para el lote experimental

[d] Esta diferencia se da cuando la diferencia de medias es mayor al valor de DMS

Gráfica 4. Color: Nivel de agrado de las mermeladas de zarzamora

En la Tabla 18 se aprecian los datos para el atributo SABOR. Dado que el valor de la probabilidad fue menor que $\alpha \leq 0.05$, sí hubieron diferencias significativas. Realizando la prueba de DMS y considerando que si la diferencia de medias es mayor al valor de DMS hubo desigualdad entre las mermeladas, por lo que se puede decir que hubieron diferencias entre todas las muestras de mermeladas (Tabla 19).

Tabla 18. Análisis de varianza (ANDEVA) para el atributo "Sabor" de la mermelada de zarzamora

Probabilidad	Valor de F
$1.27x10^{-09}$	22.738

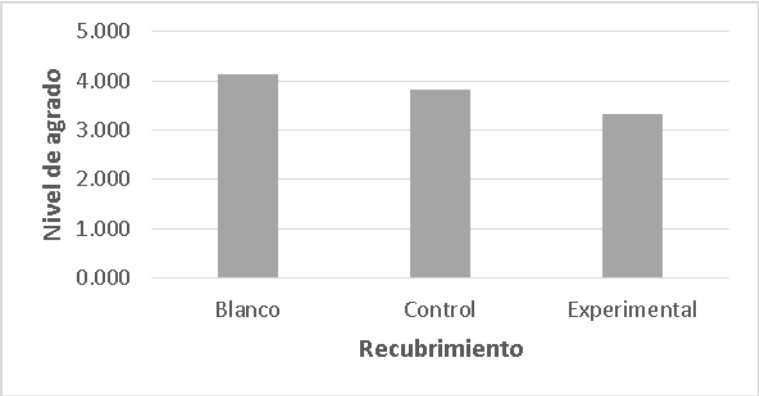
Tabla 19. Análisis de las muestras para el atributo "Sabor" de la mermelada de zarzamora con la prueba de DMS

Comparación entre muestras[c]	Diferencia de medias	DMS	Diferencia entre muestras[d]
B-C	0.327	0.242	Sí
B-E	0.822	0.242	Sí
C-E	0.495	0.242	Sí

[c] Para esta comparación se usaron las letras iniciales de cada uno de los lotes analizados, siendo B, para el blanco, C, para el control y E, para el lote experimental

[d] Esta diferencia se da cuando la diferencia de medias es mayor al valor de DMS

Siendo la muestra que menos agrado tuvo, la mermelada preparada con zarzamoras con el recubrimiento experimental. Sin embargo, esta mermelada no fue considerada dentro de la categoría de "disgusto" de la escala de nivel de agrado (Gráfica 5) por lo que cabe recordar que este atributo se encuentra relacionado con el estado de maduración de las frutas, y que éstas fueron recubiertas y almacenadas durante un periodo de 8 días.



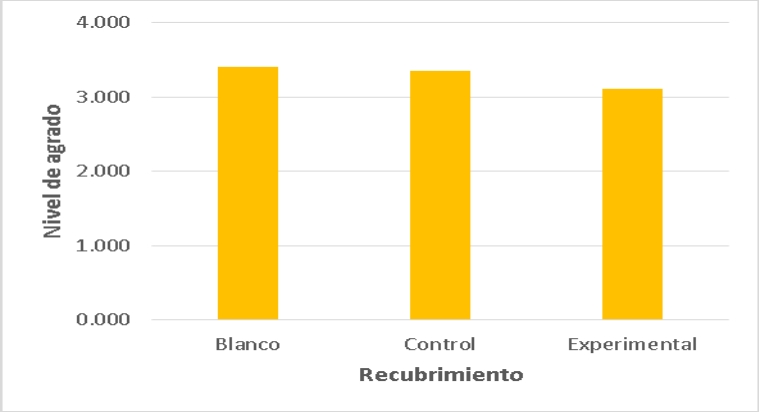
Gráfica 5. Sabor: Nivel de agrado de las mermeladas de zarzamora

En la Tabla 20 se muestran los datos para el atributo TEXTURA. Dado que el valor de la probabilidad fue mayor que $\alpha \geq 0.05$, no hubieron diferencias significativas, por lo que las 3 mermeladas fueron percibidas como iguales (Gráfica 6).

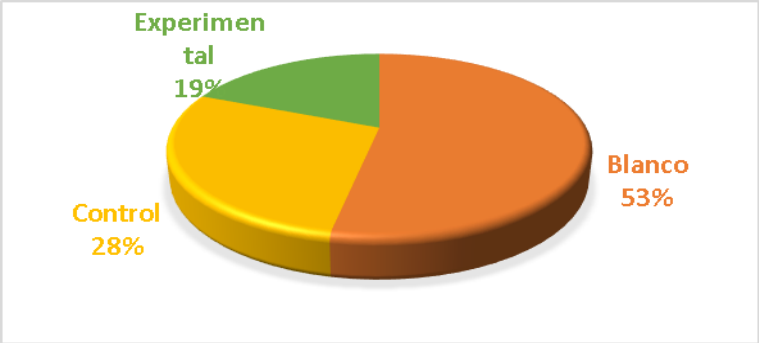
Tabla 20. Análisis de varianza (ANDEVA) para el atributo "Textura" de la mermelada de zarzamora

Probabilidad	Valor de F
0.056	2.925

De acuerdo con los resultados arrojados por la encuesta se determinó que la mermelada de zarzamora que más gustó fue la del lote blanco. Estos resultados indicaron que, en términos generales, fue la más agradable para los evaluadores (Gráfica 7).



Gráfica 6. Textura: Nivel de agrado de las mermeladas de zarzamora



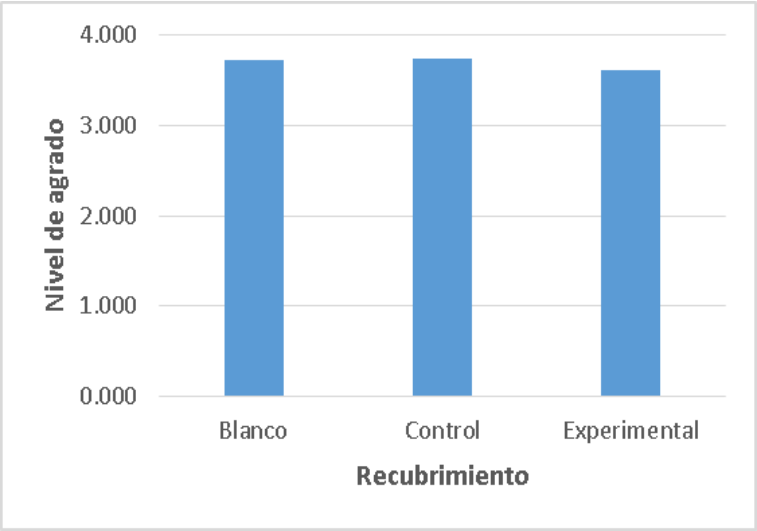
Gráfica 7. Mermelada de zarzamora de mayor preferencia

4.5.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS PERAS

En la Tabla 21 se muestran los datos para el atributo OLOR. Dado que el valor de la probabilidad fue mayor que $\alpha \geq 0.05$, no hubieron diferencias significativas, por lo que las 3 mermeladas fueron percibidas como iguales (Gráfica 8).

Tabla 21. Análisis de varianza (ANDEVA) para el atributo "Olor" de la mermelada de pera

Probabilidad	Valor de F
0.434	0.839



Gráfica 8. Olor: Nivel de agrado de las mermeladas de pera

En la Tabla 22 se muestran los datos para el atributo COLOR. Es posible apreciar que el valor de la probabilidad fue menor que el valor de $\alpha \geq 0.05$, habiendo diferencias significativas. Realizando la prueba de DMS y considerando que si la diferencia de medias es mayor al valor de DMS existe una desigualdad entre las mermeladas, se puede decir que hubieron diferencias entre todas las muestras de mermeladas (Tabla 23) ya que ninguna se percibió igual a la otra (Gráfica 9).

Tabla 22. Análisis de varianza (ANDEVA) para el atributo "Color" de la mermelada de pera

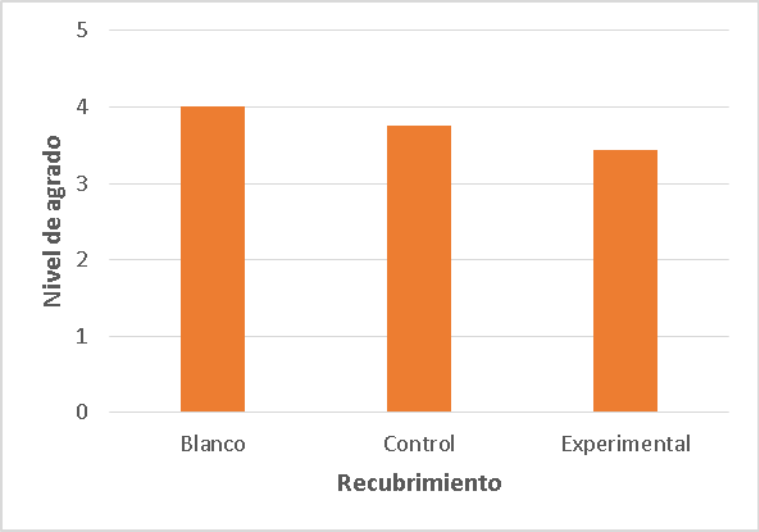
Probabilidad	Valor de F
$3.40x10^{-05}$	10.837

Tabla 23. Análisis de las muestras para el atributo "Color" de la mermelada de pera con la prueba de DMS

Comparación entre muestras[c]	Diferencia de medias	DMS	Diferencia entre muestras[d]
B-C	0.248	0.240	Sí
B-E	0.564	0.240	Sí
C-E	0.317	0.240	Sí

[c] Para esta comparación se usaron las letras iniciales de cada uno de los lotes analizados, siendo B, para el blanco, C, para el control y E, para el lote experimental

[d] Esta diferencia se da cuando la diferencia de medias es mayor al valor de DMS

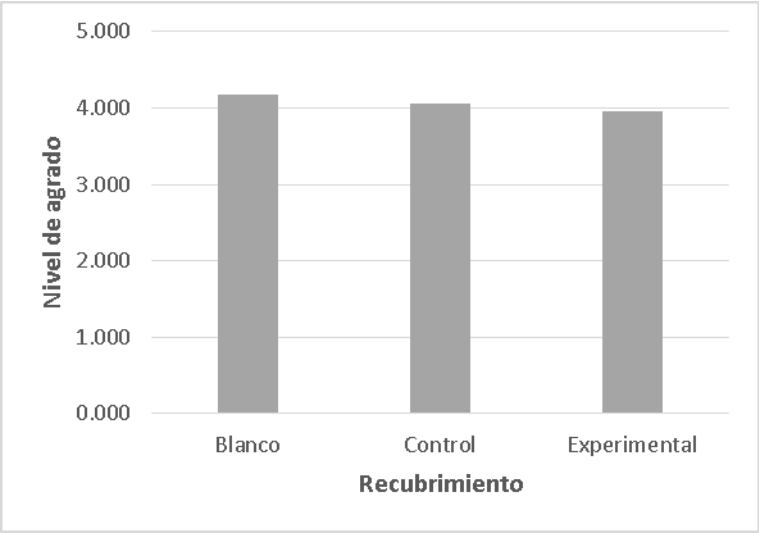


Gráfica 9. Color: Nivel de agrado de las mermeladas de pera

En la Tabla 24 se aprecian los datos para el atributo SABOR. Dado que el valor de la probabilidad fue mayor que $\alpha \geq 0.05$, no hubieron diferencias significativas, por lo que las 3 mermeladas fueron percibidas como iguales (Gráfica 10).

Tabla 24. Análisis de varianza (ANDEVA) para el atributo "Sabor" de la mermelada de pera

Probabilidad	Valor de F
0.281	1.277



Gráfica 10. Sabor: Nivel de agrado de las mermeladas de pera

En la Tabla 25 se puede apreciar que, para el atributo TEXTURA, el valor de la probabilidad fue menor que el valor de $\alpha \leq 0.05$, por lo que sí hubieron diferencias significativas (Tabla 26).

Realizando la prueba de DMS y considerando que si la diferencia de medias es mayor al valor de DMS hay desigualdad entre las mermeladas, se puede decir que sí hubieron diferencias entre las mermeladas del lote blanco y lote control y entre el lote blanco y el lote experimental con el MAC-141© (Gráfica 11).

Tabla 25. Análisis de varianza (ANDEVA) para el atributo "Textura" de la mermelada de pera

Probabilidad	Valor de F
0.0004	8.231

Tabla 26. Análisis de las muestras para el atributo "Textura" de la mermelada de pera con la prueba de DMS

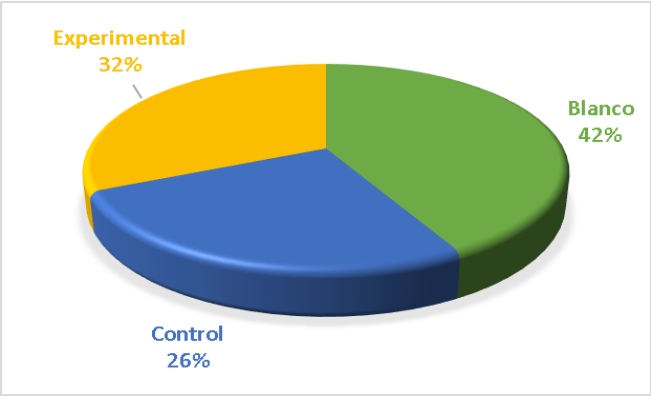
Comparación entre muestras[c]	Diferencia de medias	DMS	Diferencia entre muestras[d]
B-C	0.317	0.266	Sí
B-E	0.545	0.266	Sí
C-E	0.228	0.266	No

[c] Para esta comparación se usaron las letras iniciales de cada uno de los lotes analizados, siendo B, para el blanco, C, para el control y E, para el lote experimental

[d] Esta diferencia se da cuando la diferencia de medias es mayor al valor de DMS

Gráfica 11. Textura: Nivel de agrado de las mermeladas de pera

Para la mermelada de pera hubo una mayor preferencia hacia la elaborada con el lote blanco, seguida por la del lote experimental, culminando con la del lote control (Gráfica 12).



Gráfica 12. Mermelada de pera de mayor preferencia

CAPÍTULO 5
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Con base en el objetivo general de la investigación, el cual fue el de “Recubrir dos frutos uno climatérico y uno no climatérico empleando biopelículas de quitina-quitosana obtenidas a partir de cefalotórax y exoesqueletos de camarón (*Litopenaeus vannamei*) y de jaiba (*Callinectes sapidus*) cuantificando los niveles de metanol durante su vida de anaquel” se pueden presentar las siguientes conclusiones:

- Fue posible la obtención del recubrimiento de quitina-quitosana obtenidos de una mezcla de cefalotórax de camarón y de exoesqueletos de jaiba
- La mejor relación de 50-50 de ‘harinas’ para el recubrimiento fue de 1:30 (harina de camarón-jaiba:MAC 141©)
- La concentración de metanol en las frutas, en cada una de las temperaturas (exceptuando los lotes experimentales a 4°C) presentaron una disminución de la concentración de metanol en un inicio y por efectos propios de la fruta un aumento posterior.
- En los lotes experimentales a 4°C se mantuvo la concentración de metanol debido a la conservación húmeda de la capa del recubrimiento.
- Tomando como referencia la cantidad de metanol del *NOAEL* de 500 mg/kg de masa corporal por día para rata macho vía oral y haciendo la corrección del factor de seguridad (FS) se obtuvieron cantidades considerables de fruta ingerida por día sin que causaran lesiones al consumidor, por lo que un consumo con moderación de estos dos tipos de fruta con recubrimiento no representan problema alguno de ingestión de metanol.
- Ni los lotes con recubrimiento experimental MAC-141©, ni los control causaron atributos desagradables en la fruta, lo cual hizo que las mermeladas fueran aceptadas dentro de la escala de nivel de agrado en la sección de “me gusta”.
- La diferencia por ser la pera un fruto climatérico y la zarzamora uno no climatérico se vio reflejada en el tiempo de almacenamiento de la zarzamora,

en comparación con el de la pera que fue menor en las tres temperaturas debido a su estado de madurez.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda trabajar con diferentes proporciones de ‘harina’ de cefalotórax de jaiba y camarón para elegir la mezcla que dé mejores resultados para la elaboración del recubrimiento elaborado con la mezcla MAC-141©.
- También se es posible, trabajar con el recubrimiento para otras frutas tomando en cuenta el grosor de su cáscara, ya que se ha visto que este factor es crucial para evitar su impermeabilidad.
- Emplear frutas con estado de madurez no avanzada para estudiar la formación natural de metanol, teniendo preferencia por las muestras en las cuales recién comience la maduración del fruto.
- Comparar los resultados obtenidos del recubrimiento de los frutos con otros procesos de conservación de frutos en fresco.
- Considerar la factibilidad del procedimiento a nivel comercial

A N E X O S

Anexo I

A1. CUESTIONARIO APLICADO EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Edad: **Sexo: M F**

Frente a usted tiene 6 muestras de mermelada, evalúe de izquierda a derecha y realice un enjuague entre cada una de ellas.

1.- Observe el color de cada una de las muestras y coloque una marca en la siguiente tabla de acuerdo con su nivel de agrado

Escala					
	Me gusta mucho	Me gusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta ligeramente	Me disgusta mucho
Muestras					
158					
723					
619					
234					
576					
471					

2.- Tomando en cuenta el olor, coloque una marca en la siguiente tabla de acuerdo con su nivel de agrado

Escala					
	Me gusta mucho	Me gusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta ligeramente	Me disgusta mucho
Muestras					
158					
723					
619					
234					
576					
471					

3.- Tomando en cuenta el sabor, coloque una marca en la siguiente tabla de acuerdo con su nivel de agrado

Escala					
	Me gusta mucho	Me gusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta ligeramente	Me disgusta mucho
Muestras					
158					
723					
619					
234					
576					
471					

4.- Tomando en cuenta la textura, coloque una marca en la siguiente tabla de acuerdo con su nivel de agrado

Escala					
	Me gusta mucho	Me gusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta ligeramente	Me disgusta mucho
Muestras					
158					
723					
619					
234					
576					
471					

5.- De las muestras evaluadas ¿Cuál fue de su mayor preferencia?_____

¡Gracias!

Anexo II

A2. PROMEDIOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Tabla 27. Lotes empleados para la elaboración de mermeladas

Lote	Característica
Blanco	Sin recubrimiento
Control	Recubrimiento elaborado con Sigma-Aldrich al 1.5%
Experimental	Recubrimiento con una relación 1:30 (Mezcla de 'harinas': MAC-141©

Tabla 28. Escala empleada en la evaluación sensorial de mermeladas

NÚMERO	ESCALA
5	Me gusta mucho
4	Me gusta ligeramente
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta ligeramente
1	Me disgusta mucho

Tabla 29. Promedios de la escala en el atributo color para las mermeladas de zarzamora

Lote	Promedio de la escala
Blanco	4.208
Control	4.000
Experimental	3.980

Tabla 30. Promedios de la escala en el atributo olor para las mermeladas de zarzamora

Lote	Promedio de la escala
Blanco	3.713
Control	3.525
Experimental	3.713

Tabla 31. Promedios de la escala en el atributo sabor para las mermeladas de zarzamora

Lote	Promedio de la escala
Blanco	4.139
Control	3.812
Experimental	3.317

Tabla 32. Promedios de la escala en el atributo textura para las mermeladas de zarzamora

Lote	Promedio de la escala
Blanco	3.406
Control	3.356
Experimental	3.109

Tabla 33. Promedios de la escala en el atributo color para las mermeladas de pera

Lote	Promedio de la escala
Blanco	4.000
Control	3.752
Experimental	3.436

Tabla 34. Promedios de la escala en el atributo olor para las mermeladas de pera

Lote	Promedio de la escala
Blanco	3.723
Control	3.743
Experimental	3.614

Tabla 35. Promedios de la escala en el atributo sabor para las mermeladas de pera

Lote	Promedio de la escala
Blanco	4.168
Control	4.059
Experimental	3.960

Tabla 36. Promedios de la escala en el atributo textura para las mermeladas de pera

Lote	Promedio de la escala
Blanco	4.228
Control	3.911
Experimental	3.683

Anexo III

A3. REACTIVOS PARA LA LECTURA DE METANOL RESIDUAL

A 3.1 Metanol (Avantor, 2020)

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

1. Identificación del Producto y de la Compañía

Nombre del material	**METANOL**
Nº de versión	08
Fecha de revisión	19-Marzo-2012
# CAS	67-56-1
Código del producto	**J.T.Baker: 5217, 5370, 5595, 5794, 5811, 5842, 9049, 9063, 9065, 9066, 9067, 9069, 9070, 9072, 9073, 9076, 9077, 9091, 9093, 9096, 9097, 9098, 9193, 9263, 9423, 9424, 9830, 9863, XL319** **Macron: 12210, 3004, 3016, 3017, 3041, 72690, 8814, 8818, 8820, 8888, H080, H488, H603, V184, V465, V571**
Sinónimo(s)	Wood alcohol * Carbinol
Datos del fabricante	Avantor Performance Materials, Inc. 3477 Corporate Parkway Suite #200 Center Valley, PA 18034 EEUU 24 Hour Emergency 908-859-2151 Chemtrec 800-424-9300 Customer Service 855-282-6867

2. Identificación de los Peligros

Descripción general para emergencias	PELIGRO -- VENENO Líquidos y vapores inflamables. Puede ser letal o causar ceguera por ingestión. No puede tratarse para que no sea tóxico. Nocivo por inhalación o por absorción cutánea. Provoca irritación cutánea y ocular Altas concentraciones de vapor pueden causar somnolencia e irritación de los ojos o el tracto respiratorio. Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto. Una exposición prolongada puede producir efectos crónicos.
Estado regulatorio OSHA	Este producto se considera peligroso de acuerdo con la 29 CFR 1910.1200 (Comunicación de Riesgos).
Efectos potenciales sobre la salud	
Vías de exposición	Inhalación. Contacto con la piel. Contacto con los ojos. Ingestión.
Ojos	Provoca irritación ocular. Las concentraciones altas de vapor o aerosol pueden ser irritantes.
piel	Provoca irritación cutánea. El contacto prolongado y repetido con la piel puede provocar rubor, prurito, irritación y eczema / grietas.
Inhalación	Puede producir irritaciones en el sistema respiratorio. Efectos tóxicos sobre el sistema nervioso, en particular en el nervio óptico. Una vez que el cuerpo lo absorbe, se elimina muy despacio. Los síntomas de una sobreexposición pueden incluir dolor de cabeza, somnolencia, náuseas, vómitos, visión borrosa, ceguera, el coma y la muerte. Una persona puede mejorar pero luego volver a empeorar hasta 30 horas después.
Ingestión	Venenoso - puede ser letal si se ingiere. Incluso pequeñas cantidades (30-250 ml de metanol) pueden ser fatales. Los síntomas son dolor de estómago, náusea, vómito, letargia, trastorno visual y ceguera.
Órganos establecidos	Ojos. Piel. Sistema nervioso central. Hígado.
Efectos crónicos	En casos graves, la adsorción de metanol al cuerpo puede dañar la vista. Puede tener efectos adversos para la función reproductora, p.ej. daños de nacimiento, abortos o infertilidad según datos provenientes de animales. Puede causar trastorno del sistema nerviosos central (v.gr.: narcosis con pérdida de coordinación, debilidad, fatiga, confusión mental y vista nublada) y/o daños. El contacto frecuente y prolongado puede desengrasar y secar la piel, que lleva a incomodidad y dermatitis.
Efectos potenciales sobre la salud	Los componentes del producto no están clasificados como peligrosos para el medio ambiente. Sin embargo, esto no impide la posibilidad de que los derrames grandes o frecuentes puedan tener un efecto nocivo o perjudicial en el medio ambiente.

3. Composición / Información sobre los Ingredientes

Componentes	# CAS	El por ciento
METANOL	67-56-1	99 - 100

4. Medidas de Primeros Auxilios

Procedimientos de primeros auxilios

Contacto visual	Enjuagar inmediatamente los ojos con agua abundante durante por los menos 15 minutos. Si resulta fácil, quitar las lentes de contacto. Conseguir atención médica.
Contacto con la piel	Enjuague inmediatamente con abundante agua durante por lo menos 15 minutos mientras se quita ropa y zapatos contaminados. Conseguir atención médica inmediatamente. Lave la ropa contaminada antes de volver a usar. Elimine o limpie a fondo todo zapato contaminado.
Inhalación	Traslade al aire libre. Si la respiración es dificultosa, dar oxígeno. Si para la respiración, administra respiración artificial. Conseguir atención médica.
Ingestión	Llame al médico o centro de control de intoxicaciones inmediatamente. No inducir el vómito. En caso de vómito, colocar la cabeza a un nivel más bajo que el estómago para evitar que el vómito entre en los pulmones.
Notas para el médico	Los síntomas pueden retrasarse. Tratamiento sintomático.
Consejo general	Asegúrese de que el personal médico tenga conocimiento de los materiales involucrados y tome las precauciones adecuadas para su propia protección. Muéstrele esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

5. Medidas para Combatir Incendios

Propiedades inflamables	¡FÁCILMENTE INFLAMABLE! Los vapores pueden provocar llamaradas o encenderse de forma explosiva. Los vapores pueden desplazarse una distancia bastante larga hacia una fuente de ignición y dar lugar a retroceso de la llama. El calor puede ocasionar explosión de los recipientes.
Medio para extinguir	
Medios de extinción adecuados	Rociada con agua. Espuma. Polvo seco. Bióxido de carbono (CO_2).
Medios no aptos de extinción.	No utilice chorro de agua, pues extendería el fuego.
Protección para bomberos	
Riesgos específicos debidos a la sustancia química	Puede encenderse fácilmente y quema vigorosamente. Los vapores del disolvente pueden acumularse en la cámara de aire del contenedor resultando en un peligro de inflamabilidad.
Equipo de protección y precauciones para bomberos	Los bomberos deben utilizar equipo de protección estándar incluyendo chaqueta ignífuga, casco con careta, guantes, botas de hule y en espacios cerrados, equipo de respiración autónomo o SCBA (por sus siglas en inglés). Retirarse inmediatamente en caso de que aumente el sonido del ventilador de seguridad, o se descolore el tanque debido al fuego. Mueva los recipientes del área del incendio si puede hacerlo sin riesgo. Al combatir incendios masivos en el área de carga, utilizar manguera no-tripulada o monitor de boquillas, si es posible. Si no, retirarse y dejar que prosiga el incendio hasta que se apague. Algunos de estos materiales, si se derraman, podrán evaporarse dejando un residuo inflamable. Enfriar los recipientes expuestos al fuego con agua hasta mucho después de que el fuego haya cesado.
Equipo de protección especial para los bomberos	Como en cualquier incendio, use un aparato respiratorio autónomo con oxígeno a demanda aprobado por MSHA y NIOSH (Administración de Salud y Seguridad Minera e Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional) (o equivalente) y equipo de protección comp
Productos de combustión peligrosos	Monóxido de carbono y dióxido de carbono.

6. Medidas de Liberación Accidental

Precauciones personales	Use equipo y ropa de protección apropiados durante la limpieza. Mantenga alejado al personal que no sea necesario. Evite ponerse viento abajo. Mantenga alejado de áreas bajas. Ventilar los espacios cerrados antes de entrar. No toque los recipientes dañados o el material derramado a menos que esté usando ropa protectora adecuada. Las autoridades locales deben ser informadas si los derrames importantes no pueden contenerse.
Precauciones ambientales	Impidas nuevos escapes o derrames de forma segura. No contamine el agua. No verter los residuos al desagüe, al suelo o las corrientes de agua.

Métodos de contención

ELIMINE todas las fuentes de ignición (no permitir fumar, ni destellos, chispas o llamas en esta área). Detenga el flujo de material si esto no entraña riesgos. Evite la entrada en vías acuáticas, alcantarillados, sótanos o áreas confinadas. Forme un dique para el material derramado donde sea posible.

Métodos de limpieza

No utilizar herramientas que produzcan chispas. Todo el equipo que se utiliza al manejar el producto debe estar conectado a tierra.

Derrames grandes: Usar un material no combustible como vermiculita, arena o tierra para absorber el producto y colocarlo en un recipiente para su eliminación posterior. Preparar dique delante de los derrames para luego facilitar la eliminación.

Derrames pequeños: Limpie con material absorbente (por ejemplo tela, vellón). Recoger en un contenedor no combustible para su pronta eliminación.

Nunca regrese el producto derramado al envase original para reutilizarlo. Limpie cuidadosamente la superficie para eliminar los restos de contaminación. Limpiar en consonancia con los reglamentos aplicables.

J.T.Baker SOLUSORB® solvente adsorbente es recomendado para los derrames de este producto.

7. Manejo y Almacenamiento

Manejo

NO maneje, almacene o abra cerca de llama abierta, fuentes de calor o fuentes de ignición. Proteja el material de la luz solar directa. Evítese la acumulación de cargas electroestáticas. Use equipo protector personal adecuado. Evite la inhalación de neblina o vapor. Evítese el contacto con los ojos, la piel y la ropa. No degustar o ingerir el producto. Úsese solamente con la ventilación adecuada. Lávese cuidadosamente después de la manipulación. Consulte la sección 8 de la HDS sobre equipo de protección personal.

Almacenamiento

Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos. Manténgase fuera del alcance de los niños. Consérvese el recipiente en lugar fresco y bien ventilado y manténgase bien cerrado. Proveer el recipiente de contacto tierra y trasladar el equipo para eliminar las chispas electroestáticas. Cumpla con todos los códigos nacionales, estatales y locales con respecto al almacenamiento, manipulación, formulación y eliminación de líquidos inflamables.

8. Controles de Exposición y Protección Personal

ACGIH

Material	Cat.	Valor
METANOL (67-56-1)	BEL	15.0000 mg/l
	STEL	250.0000 ppm
	TWA	200.0000 ppm

Valores límite de la exposición

México

Material	Cat.	Valor
METANOL (67-56-1)	STEL	310.0000 mg/m3
		250.0000 ppm
	TWA	260.0000 mg/m3
		200.0000 ppm

Controles de ingeniería

Debe haber una ventilación general adecuada (típicamente 10 renovaciones del aire por hora). La frecuencia de la renovación del aire debe corresponder a las condiciones. De ser posible, use campanas extractoras, ventilación aspirada local u otras medidas técnicas para mantener los niveles de exposición por debajo de los límites de exposición recomendados. Si no se han establecido ningunos límites de exposición, el nivel de contaminantes suspendidos en el aire ha de mantenerse a un nivel aceptable. Debe usarse ventilación mecánica a prueba de explosiones.

Protección personal

Protección para ojos y rostro

Se recomiendan anteojos de protección contra productos químicos y caretas

Protección cutánea

Use ropa adecuada resistente a los productos químicos. Use guantes adecuados resistentes a los productos químicos.

Protección respiratoria	Use un respirador con suministro de aire de presión positiva si existe el riesgo potencial de liberación descontrolada, los niveles de exposición no se conocen, o en cualquier otra circunstancia en la que un respirador con filtro de aire no proporcione la
Protección para las manos	Use guantes adecuados resistentes a los productos químicos.
Consideraciones generales sobre higiene	Proveer estación de lavados de ojos y ducha de emergencia. Seguir siempre buenas medidas de higiene personal, como lavarse después de manejar el material y antes de comer, beber y/o fumar. Rutinariamente lave la ropa de trabajo y el equipo de protección para eliminar los contaminantes.

9. Propiedades Físicas y Químicas

apariencia	Claro.
Color	Incoloro.
Olor	Característico.
Umbral de olor	No se conoce.
Estado de la materia	Líquido.
Forma	Líquido.
pH	No se conoce.
Punto de fusión	-97.8 °C (-144.4 °F)
Punto de congelación	-97.8 °C (-144.4 °F)
Punto de ebullición	64.7 °C (149 °F) 101.325 kPa
Punto de inflamación	12 °C (53.6 °F) Taza cerrada
Índice de evaporación	5.9 BuAc
Límites de inflamabilidad en el aire, superior, % en volumen	36
Límites de inflamabilidad en el aire, inferior, % en volumen	7.3
Presión de vapor	16.9316 kPa a 25°C
Densidad de vapor	1.1
Peso específico	0.7866
Densidad relativa	No se conoce.
Solubilidad (agua)	Miscible
Coeficiente de reparto (n-octanol/agua)	-0.77
Temperatura de autoignición	240 °C (464 °F)
Porcentaje volátil	100 %
Peso molecular	32.04 g/mol
Fórmula molecular	C-H4-O

10. Información sobre Estabilidad Química y Reactividad

Estabilidad química	Estable a temperaturas normales.
Condiciones a evitar	Calor, llamas y chispas. Luz solar.
Materiales incompatibles	Agentes oxidantes fuertes. El contacto con metales puede producir gas hidrógeno inflamable.
Productos de descomposición peligrosos	Irritantes Gas tóxico óxidos de carbono. Formaldehído.
Posibilidad de reacciones peligrosas	La polimerización peligrosa no ocurre.

11. Información Toxicológica

Datos toxicológicos

Producto	**Resultados de la prueba**
METANOL (67-56-1)	Agudo Dérmico LD50 conejo: 15800 mg/kg
	Agudo Inhalación LC50 Rata: 87.5 mg/l 6.00 Horas
	Agudo Oral LD50 Rata: 5628 mg/kg

Sensibilización	No irrita la piel.
ACGIH de EUA - Valores umbrales límite: asignación para la piel	
METANOL (CAS 67-56-1)	Puede ser adsorbido a través de piel.
Efectos graves	Puede ser letal o causar ceguera por ingestión. No puede tratarse para que no sea tóxico. Nocivo por inhalación o por absorción cutánea.
Efectos locales	Provoca irritación ocular. Irrita la piel. Altas concentraciones de vapor pueden causar somnolencia e irritación de los ojos o el tracto respiratorio.
Efectos crónicos	Puede causar efectos al sistema nervioso central. En casos graves, la adsorción de metanol al cuerpo puede dañar la vista. El contacto frecuente y prolongado puede desengrasar y secar la piel, que lleva a incomodidad y dermatitis.
Carcinogenicidad	Ninguno de los materiales de este producto ha sido clasificado como cancerígeno por IARC, NTP o ACGIH.
Corrosión/irritación cutáneas	Provoca irritación cutánea.
epidemiología	No hay datos epidemiológicos disponibles para este producto.
Mutagenicidad	No hay datos disponibles que indiquen que el producto o cualquier compuesto presente en una cantidad superior al 0.1% sea mutagénico o genotóxico.
Efectos neurológicos	Las concentraciones altas de vapor o aerosol (que se logran sólo a temperaturas elevadas) pueden causar efectos al sistema nervioso central como mareos, somnolencia o dolor de cabeza. Daño al sistema nervioso central y/o periférico.
Efectos en la reproducción	Susceptible de perjudicar la fertilidad o dañar al feto.
Síntomas y órganos afectados	Irritación. Somnolencia y vértigo. Ceguera. Tos. Insuficiencia respiratoria. Pérdida del conocimiento.
Información adicional	Peligro de efectos irreversibles muy graves. Los síntomas pueden retrasarse

12. Información Ecológica

Datos ecotoxicológicos

Producto	Resultados de la prueba
METANOL (67-56-1)	EC50 pulga de agua (daphnia magna): > 10000 mg/l 48.00 horas
	LC50 piscardo de cabeza gorda (pimephales promelas): > 100 mg/l 96.00 horas

Ecotoxicidad	Los componentes del producto no están clasificados como peligrosos para el medio ambiente. Sin embargo, esto no impide la posibilidad de que los derrames grandes o frecuentes puedan tener un efecto nocivo o perjudicial en el medio ambiente.
Efectos sobre el medio ambiente	No se conocen ni esperan daños ecológicos bajo uso normal.
Consecuencias para el medio ambiente	
Persistencia y degradabilidad	Se espera que sea fácilmente biodegradable.

13. Consideraciones de Eliminación

Instrucciones para la eliminación	Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos. Incinere el material en condiciones controladas en un incinerador aprobado. Todos los residuos deben manipularse de conformidad con los reglamentos locales, estatales y federales.
Desechos de residuos / producto no utilizado	Elimine observando las normas locales en vigor.
Envases contaminados	Los recipientes vacíos pueden contener restos de producto, por lo que han de observarse las advertencias de la etiqueta incluso después de vaciarse el recipiente. Los vapores residuales pueden explotar en caso de ignición; no corte, perfore, triture o suelde sobre este contenedor o cerca del mismo. Ofrezca el material de empaquetado enjuagado a instalaciones de reciclaje locales.

14. Información Relativa al Transporte

DOT

Requisitos de transporte básicos:

Número ONU	UN1230
Denominación adecuada de envío	Metanol
Clase de riesgo	3
Clase de riesgo secundario	6.1
Packing group	II

Información adicional:

Disposiciones especiales	IB2, T7, TP2

Requisitos de transporte básicos:

Etiquetas requeridas	3

Información adicional:

Excepciones de envasado	150
Envasado no a granel	202
Envasado a granel	242
Cantidad informada	5000
Número de la Guía de Respuesta ante Emergencias (en inglés, ERG)	131

DOT

15. Información Reguladora

Mexico regulations	Esta Hoja de Datos de Seguridad ha sido elaborada en consonancia con la Norma Oficial Mexicana (NOM-018-STPS-2000).
Reglamentos federales de EE.UU.	Este producto es calificado como "químicamente peligroso" en los términos de la OSHA Hazard Communication Standard, 29 CFR 1910.1200. Todas los compuestos están en la Lista de inventario de la EPA TSCA de los EE.UU.

Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA)

29 CFR 1910.1200 Producto químico peligroso	si

CERCLA (Superfund) cantidad declarable

METANOL: 5000.0000

Ley de Enmiendas y Reautorizaciones Superiores (Superfund) de 1986 (SARA)

Categorías de peligro	Peligro Inmediato: - si Peligro Retrasado: - si Riesgo de Ignición - si Peligro de Presión: - no Riesgo de Reactividad - no
Sustancia extremadamente peligrosa de la Sección 302	no
Sustancia química peligrosa de la Sección 311	si

Ley del Aire Limpio (CAA)	HAPS list

Estado de Inventario

País(es) o región	Nombre de inventario	En existencia (sí/no)*
Australia	Inventario Australiano de Sustancias Químicas (en inglés, AICS)	si
Canadá	Listado de Sustancias Domésticas (en inglés, DSL)	si
Canadá	Lista de Sustancias No Domésticas (en inglés, NDSL)	no
China	Inventario de sustancias químicas nuevas en China (Inventory of Existing Chemical Substances in China)	si
Europa	Inventario Europeo de Sustancias Químicas Comerciales Existentes (EINECS).	si
Europa	Lista europea de sustancias químicas notificadas (ELINCS)	no
Japón	Inventario de sustancias químicas nuevas y existentes (Inventory of Existing and New Chemical Substances, ENCS)	si
Corea	Lista de sustancias químicas existentes (Existing Chemicals List, ECL)	si
Nueva Zelanda	Inventario de Nueva Zelanda	si
Filipinas	Inventario Filipino de Químicos y Sustancias Químicas (en inglés, PICCS)	si
Estados Unidos y Puerto Rico	Ley de Control de Sustancias Tóxicas (en inglés, TSCA) Inventario	si

*Una respuesta "Sí" indica que todos los componentes de este producto cumplen con los requisitos de los inventarios administrados por el/los país(es) gobernantes

Saf-T-Data

Salud: 3 - Severe (Poison)
Inflamabilidad: 3 - Severe (Flammable)
Reactividad: 1 - Slight
Contacto: 3 - Severe (Life)
Lab Protective Equip: DB - GOGGLES & SHIELD; LAB COAT & APRON; VENT HOOD; PROPER GLOVES; CLASS B EXTINGUISHER
Storage Color Code: R - Red (Flammable)

16. Otra Información

Clasificación según NFPA

Salud: 2
Inflamabilidad: 3
Inestabilidad: 0

Cláusula de exención de responsabilidad

LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN ESTA HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES (MSDS/SDS, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) FUE PREPARADA POR PERSONAL TÉCNICO BASÁNDOSE EN DATOS QUE A SU JUICIO Y DE BUENA FE CONSIDERAN EXACTOS. SIN EMBARGO, LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DOCUMENTO SE PRESENTA "TAL CUAL" POR LO QUE AVANTOR PERFORMANCE MATERIALS NO OTORGA GARANTÍAS NI REALIZA AFIRMACION ALGUNA SOBRE LA MISMA, Y EXPRESAMENTE RENUNCIA A TODA GARANTÍA RESPECTO DE DICHA INFORMACIÓN Y EL PRODUCTO AL QUE SE REFIERE, YA SEA EXPRESA, IMPLÍCITA O LEGAL, INCLUYENDO, SIN LIMITACIÓN, LAS GARANTÍAS DE EXACTITUD, INTEGRIDAD, COMERCIABILIDAD, NO VIOLACIÓN, RENDIMIENTO, SEGURIDAD, IDONEIDAD, ESTABILIDAD Y APTITUD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR, Y TODAS LAS GARANTÍAS DERIVADAS DEL CURSO DE NEGOCIACIÓN, CURSO DE EJECUCIÓN O USO COMERCIAL.
EL PROPÓSITO DE ESTA MSDS/SDS ES SERVIR SÓLO COMO GUÍA PARA QUE UNA PERSONA DEBIDAMENTE CAPACITADA EN EL USO DEL MATERIAL LO MANIPULE CORRECTAMENTE Y CON PRECAUCIÓN. LA PRESENTE HOJA DE SEGURIDAD NO SE DISEÑÓ CON EL FIN DE CONTENER INFORMACIÓN ESPECÍFICA SOBRE LA FORMA Y CONDICIONES DE USO, MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO O DESECHO DEL PRODUCTO.LAS PERSONAS QUE RECIBAN ESTA MSDS/SDS DEBEN EJERCER SIEMPRE SU PROPIO CRITERIO PARA DETERMINAR LA CONVENIENCIA DE DICHAS CUESTIONES. COMO CONSECUENCIA, AVANTOR PERFORMANCE MATERIALS NO ASUME NINGÚN TIPO DE RESPONSABILIDAD POR EL USO DE ESTA INFORMACIÓN O SU CONFIABILIDAD. NO SE HACEN SUGERENCIAS PARA SU USO NI NINGUNA PARTE DE LO ESTABLECIDO EN LA PRESENTE DEBE CONSIDERARSE COMO RECOMENDACIÓN PARA INFRINGIR NINGUNA PATENTE EXISTENTE O LEY FEDERAL, ESTATAL, LOCAL O EXTRANJERA.AVANTOR PERFORMANCE MATERIALS LE RECUERDA QUE ES SU DEBER LEGAL FACILITAR TODA LA INFORMACIÓN QUE CONTIENE ESTA MSDS/SDS A SUS EMPLEADOS.

Fecha de la versión

19-Marzo-2012

Esta hoja de datos contiene cambios con respecto a la versión anterior en la(s) sección(es):

Identificación del producto y de la empresa: Códigos de producto

A 3.2 Permanganato de potasio

Potassium permanganate ≥99.0%, BAKER ANALYZED® ACS, J.T. Baker®

Supplier: AVANTOR PERFORMANCE MATERIALS

Formula: $KMnO_4$
MW: 158.03 g/mol
Melting Pt: > 240 °C
Density: 2.7 g/cm³ (20 °C)
Storage Temperature: Ambient

MDL Number: MFCD00011364
CAS Number: 7722-64-7
EINECS: 231-760-3
UN: 1490
ADR: 5.1,II
Merck Index: 12,07824

Specification Test Results

Meets ACS Reagent Chemical Requirements	
For Laboratory,Research,or Manufacturing Use	
Assay ($KMnO_4$)	≥ 99.0 %
Insoluble Matter	≤ 0.2 %
Chloride and Chlorate (as Cl)	≤ 0.005 %
Sulfate (SO_4)	≤ 0.02 %
Meets Reagent Specifications for testing USP/NF monographs	

A 3.3 Ácido fosfórico (Avantor, 2020)

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

1. Identificación del Producto y de la Compañía

Nombre del material	**ÁCIDO FOSFÓRICO**
Nº de versión	08
Fecha de revisión	25-Octubre-2011
# CAS	Mezcla
Código del producto	**J.T.Baker: 21093, 0251, 0253, 0255, 0260, 0262, 0264, 0265, 0268, 0269, 0274, 5372, 5804, 5854, 6908** **Macron: 2788, 2796, 2797, 2798, 2799, 29253**
Sinónimo(s)	Ortho-phosphoric acid * White phosphoric acid
Datos del fabricante	Avantor Performance Materials, Inc. 3477 Corporate Parkway Suite #200 Center Valley, PA 18034 EEUU 24 Hour Emergency 908-859-2151 Chemtrec 800-424-9300 Customer Service 855-282-6867

2. Identificación de los Peligros

Descripción general para emergencias	PELIGRO Corrosivo. Provoca quemaduras graves de la piel y de los ojos. Provoca quemaduras químicas en el tubo digestivo. Niebla o vapores extremadamente irritantes para los ojos y tracto respiratorio.
Estado regulatorio OSHA	Este producto se considera peligroso de acuerdo con la 29 CFR 1910.1200 (Comunicación de Riesgos).
Efectos potenciales sobre la salud	
Vías de exposición	Ingestión. Inhalación. Contacto con la piel. Contacto con los ojos.
Ojos	Corrosivo. Provoca quemaduras graves de los ojos. El vapor / espray puede dañar el ojo y causar problemas de la visión o ceguera.
piel	Corrosivo. Provoca quemaduras graves de la piel.
Inhalación	Corrosivo. Puede causar daños a las membranas mucosas de la nariz, garganta, pulmones y sistema bronquial.
Ingestión	Corrosivo. La ingestión puede producir quemaduras en los labios, cavidad oral, vías respiratorias superiores, esófago y posiblemente en el tubo digestivo.
Órganos establecidos	Ojos. Piel. Pulmones. Sistema respiratorio.
Efectos crónicos	Corrosivo. El contacto prolongado puede causar serias lesiones a la piel.
Efectos potenciales sobre la salud	El producto puede afectar el pH del agua, implicando riesgos para los organismos acuáticos.

3. Composición / Información sobre los Ingredientes

Componentes peligrosos	# CAS	El por ciento
ÁCIDO FOSFÓRICO	7664-38-2	80 - 90

Componentes no peligrosos	# CAS	El por ciento
agua	7732-18-5	10 - 20

A 3.4 Ácido oxálico

Ácido oxálico dihidrato 99.5-102.5%, en cristales, BAKER ANALYZED® ACS, J.T. Baker®

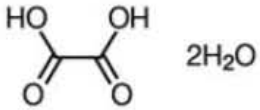
Proveedor: Avantor Performance Materials

Atención

Lot analysis on label

Formula: $HO_2CCO_2H{\cdot}2H_2O$
MW: 126,07 g/mol
Pto. Ebullición: 149…160 °C (1013 hPa)
Pto. de fusión: 101 °C
Densidad: 1,65 g/cm³ (20 °C)
Temperatura de almacenaje: Ambiente

Número MDL: MFCD00149102
Núm. CAS: 6153-56-6
EINECS: 205-634-3
UN: 3261
ADR: 8,III
IR: 01-2119534576-33
Índice Merck: 12,07043



Resultados test especificaciones

Meets ACS Reagent Chemical Requirements	
For Laboratory,Research,or Manufacturing Use	
Assay ($HOCOCOOH2H_2O$) (by $KMnO_4$ titrn)	99.5 - 102.5 %
Insoluble Matter	≤ 0.005 %
Residue after Ignition	≤ 0.010 %
Chloride (Cl)	≤ 0.002 %
Sulfate (SO_4)	≤ 0.002 %
Calcium (Ca)(by FES)	≤ 0.001 %
Nitrogen Compounds (as N)	≤ 0.001 %
Substances Darkened by Hot H_2SO_4	Passes Test
Trace Impurities - ACS - Heavy Metals (as Pb)	≤ 5 ppm
Trace Impurities - Iron (Fe)	≤ 2.0 ppm
Meets Reagent Specifications for testing USP/NF monographs	

A 3.5 Ácido sulfúrico (Avantor, 2020)

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

1. Identificación del Producto y de la Compañía

Nombre del material	**Ácido sulfúrico**
Nº de versión	09
Fecha de revisión	25-Agosto-2011
# CAS	Mezcla
Código del producto	**J.T.Baker: 5030, 5137, 5374, 5802, 5815, 5859, 6163, 6902, 9671, 9673, 9674, 9675, 9681, 9684, 9690, 9691, 9697, 9864** **Macron: 21201, 2876, 2877, 2878, 2879, 2900, 2904, 3780, 5557, H976, H996, V008, V186, V225, V648, V651**
Sinónimo(s)	ACEITE DE VITRIOLO * Babcock acid * Ácido sulfúrico
Datos del fabricante	Avantor Performance Materials, Inc. 3477 Corporate Parkway Suite #200 Center Valley, PA 18034 EEUU 24 Hour Emergency 908-859-2151 Chemtrec 800-424-9300 Customer Service 855-282-6867

2. Identificación de los Peligros

Descripción general para emergencias	PELIGRO Fuerte vapores de ácidos inorgánicos que contienen ácido sulfúrico PUEDE CAUSAR CÁNCER. El riesgo de cáncer depende de la duración y el nivel de exposición. Corrosivo. Provoca quemaduras graves de la piel y de los ojos. Provoca quemaduras químicas en el tubo digestivo. Niebla o vapores extremadamente irritantes para los ojos y tracto respiratorio. El material reacciona con el agua.
Estado regulatorio OSHA	Este producto se considera peligroso de acuerdo con la 29 CFR 1910.1200 (Comunicación de Riesgos).
Efectos potenciales sobre la salud	
Vías de exposición	Ingestión. Inhalación. Contacto con la piel. Contacto con los ojos.
Ojos	Corrosivo. Provoca quemaduras graves de los ojos. El vapor / espray puede dañar el ojo y causar problemas de la visión o ceguera.
piel	Corrosivo. Provoca quemaduras graves de la piel.
Inhalación	Corrosivo. Puede causar daños a las membranas mucosas de la nariz, garganta, pulmones y sistema bronquial.
Ingestión	Corrosivo. La ingestión puede producir quemaduras en los labios, cavidad oral, vías respiratorias superiores, esófago y posiblemente en el tubo digestivo.
Órganos establecidos	Ojos. Piel. Pulmones. Sistema respiratorio.
Efectos crónicos	Peligro carcerígeno - puede causar cáncer. Corrosivo. El contacto prolongado puede causar serias lesiones a la piel.
Efectos potenciales sobre la salud	Nocivo para los organismos acuáticos. El producto puede afectar el pH del agua, implicando riesgos para los organismos acuáticos.

3. Composición / Información sobre los Ingredientes

Componentes peligrosos	# CAS	El por ciento
ACIDO SULFURICO	7664-93-9	90 - 100
Componentes no peligrosos	**# CAS**	**El por ciento**
agua	7732-18-5	2 - 10

Anexo IV

A4. PREPARACIÓN DE REACTIVOS PARA LA LECTURA DE METANOL RESIDUAL

1. Disolución de permanganato de potasio/ácido fosfórico: Disolver 3.0 g de $KMnO_4$ en una mezcla de 15 mL de H_3PO_4 y 70 mL de agua destilada y llevar a 100 mL con agua destilada (preparación en la campana y usando equipo de seguridad).

2. Disolución de ácido oxálico al 5%: Disolver 5.0 g de ácido oxálico en 50 mL de agua destilada y mezclar en un baño de hielo con 50 mL H_2SO_4 concentrado, adicionando el ácido al agua lentamente y con mucha precaución (preparación en la campana y usando equipo de seguridad).

3. Disolución de ácido cromotrópico al 5%: Disolver 1.25 g de ácido cromotrópico en 15mL de agua destilada y llevar a 25 mL con agua destilada.

Anexo V

A5. INFORMACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO

A 5.1. Agar triptona extracto de levadura (Millipore, 2020)

Millipore®

www.sigmaaldrich.com

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Versión 6.1
Fecha de revisión 04/05/2019
Fecha de impresión 09/13/2019

SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : Agar de triptona-extrato de levadura

Referencia : 17221
Marca : Sigma-Aldrich

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Síntesis de sustancias

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich Quimica S de RL de CV
Parque Industrial Toluca 2000
Calle 6 Norte No. 107
50200 TOLUCA
MEXICO

Teléfono : +52 (0)1 800 007 5300
Fax : +52 (0)1 800 712 9920

1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : 01-800-00-214-00 (SETIQ)
01(55) 55-59-15-88

SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

No es una sustancia o mezcla peligrosa.

2.2 Elementos de las etiquetas del SGA, incluidos los consejos de prudencia

No es una sustancia o mezcla peligrosa.

2.3 Peligros no clasificados de otra manera - ninguno(a)

SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes

3.2 Mezclas

Según la normativa aplicable no es necesario divulgar ninguno de los componentes.

SECCIÓN 9. Propiedades físicas y químicas

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

a)	Aspecto	Forma: polvo Color: amarillo claro
b)	Olor	Sin datos disponibles
c)	Umbral olfativo	Sin datos disponibles
d)	pH	7.2 a 21 g/l a 25 °C (77 °F)
e)	Punto de fusión/ punto de congelación	Sin datos disponibles
f)	Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	Sin datos disponibles
g)	Punto de inflamación	()Sin datos disponibles
h)	Tasa de evaporación	Sin datos disponibles
i)	Inflamabilidad (sólido, gas)	Sin datos disponibles
j)	Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	Sin datos disponibles
k)	Presión de vapor	Sin datos disponibles
l)	Densidad de vapor	Sin datos disponibles
m)	Densidad relativa	Sin datos disponibles
n)	Solubilidad en agua	Sin datos disponibles
o)	Coeficiente de reparto n-octanol/agua	Sin datos disponibles
p)	Temperatura de auto-inflamación	Sin datos disponibles
q)	Temperatura de descomposición	Sin datos disponibles
r)	Viscosidad	Sin datos disponibles
s)	Propiedades explosivas	Sin datos disponibles
t)	Propiedades comburentes	Sin datos disponibles

9.2 Otra información de seguridad

Sin datos disponibles

A 5.2. Agar papa dextrosa (Millipore, 2020)

Millipore®

www.sigmaaldrich.com

70139 Potato Glucose Agar

Recommended for the isolation, and enumeration of yeasts and molds in dairy products and food. This culture medium complies with the recommendations of the APHA for food (1992), the USP (1995) and the FDA (1995).

Composition:

Ingredients	Grams/Litre
Potato	4.0
extract	20.0
Dextrose	15.0
Agar	

Final pH 5.6 +/- 0.2 at 25°C

Store prepared media below 8°C, protected from direct light. Store dehydrated powder, in a dry place, in tightly-sealed containers at 2-25°C.

Directions :
Suspend 39 g in 1 litre of distilled water. Bring to the boil to dissolve completely. Sterilize by autoclaving at 121°C for 15 minutes. In order to suppress bacterial growth, 10% sterile lactic acid or 10% tartaric acid solution can be added for dropping pH to 3.5. Mix well before pouring. The plates are clear and yellowish-brown.

Principle and Interpretation:
Potato extract serves as a source of carbon, nitrogen, minerals, vitamins and other essential growth nutrients. Dextrose acts as source of carbohydrate. Agar is added as the solidifying agent.
The accompanying bacterial flora is suppressed by the pH value of 3.5. The grow of yeasts and moulds are promoted on this medium and the fungis develop typical morphology. 8.4 mg/l Rose bengal can be added to suppress additionally the development of bacteria and restricts the size and the spreading of mould colonies.

Cultural characteristics after 4-5 days at 22-28°C

Organisms (ATCC)	Growth	Ascospore formation
Aspergillus niger (16404)	+++	-
Saccharomyces cerevisiae (9763)	+++	+
Penicillium comune (10428)	++	-
Candida albicans (10231)	+++	-

A 5.3. Agar bilis rojo violeta (Millipore, 2020)

Millipore

www.sigmaaldrich.com

70189 Violet Red Bile Glucose Agar
(VRBG Agar; VRBD Agar; Violet Red Bile Dextrose Agar)

VRBG Agar is a selective medium for the isolation and enumeration of Enterobacteriaceae.

Composition:

Ingredients	Grams/Litre
Peptone (from gelatin)	7.0
Yeast extract	3.0
Sodium chloride	5.0
Bile salts	1.5
Glucose	10.0
Neutral red	0.03
Crystal violet	0.002
Agar	13.0
Final pH 7.2 +/- 0.2 at 25°C	

Store prepared media below 8°C, protected from direct light. Store dehydrated powder, in a dry place, in tightly-sealed containers at 2-25°C. Use before expiry date on the label.

Appearance: Slightly beige, homogeneous, free flowing powder.
Gelling: Firm
Colour and Clarity: Deep red coloured, clear solution

Directions:
Suspend 39.5g in 1 litre of distilled water and let soak. Bring to the boil to fully dissolve the powder. Sterilize by boiling for 1 minute with frequent agitation. DO NOT AUTOCLAVE.
Prolonged heating in thermostatic bath could cause slight precipitates.

Principle and Interpretation:
Violet Red Bile Glucose Agar is a modification of MacConkey Agar, developed by Mossel in the 1960s, where lactose is replaced by glucose (1). Consequently it does not differentiate lactose-positive coliforms from lactose-negative genera as *Salmonellla* or *Shigella* but allows to determine an overall concentration of enterobacteria with a better recovery rate than MacConkey Agar. This is why VRBG Agar finds extensive application in the analysis of food, medicines and cosmetics.
For low cell densities it can be advisable to perform a progressive enrichment in CASO Broth (22098) first and subsequently EE Broth (69965) before applying to VRBG Agar.
Peptone is a source of carbon, nitrogen, vitamins and minerals. Yeast extracts provides vitamins, especially of the B-complex for bacterial growth stimulation. Glucose supplies carbon and energy. Bile salts and crystal violet are added in order to suppress gram-positive bacteria.
Enterobacteriaceae form dark purple colonies surrounded by reddish halos

Cultural characteristics observed after 24 hours at 31°C.

Organisms (ATCC)	Growth	Color of Colony
Enterococcus faecalis (29212)	-	-
Pseudomonas aeruginosa (27853)	-/+	-
Escherichia coli (11775)	++	dark violet with precipitate zone
Escherichia coli (25922)	++	dark violet with precipitate zone
Salmonella typhimurium (14028)	++	dark violet with precipitate zone
Salmonella abony (NCTC6017)	++	dark violet with precipitate zone
Escherichia coli (8739)	++	dark violet with precipitate zone

Anexo VI

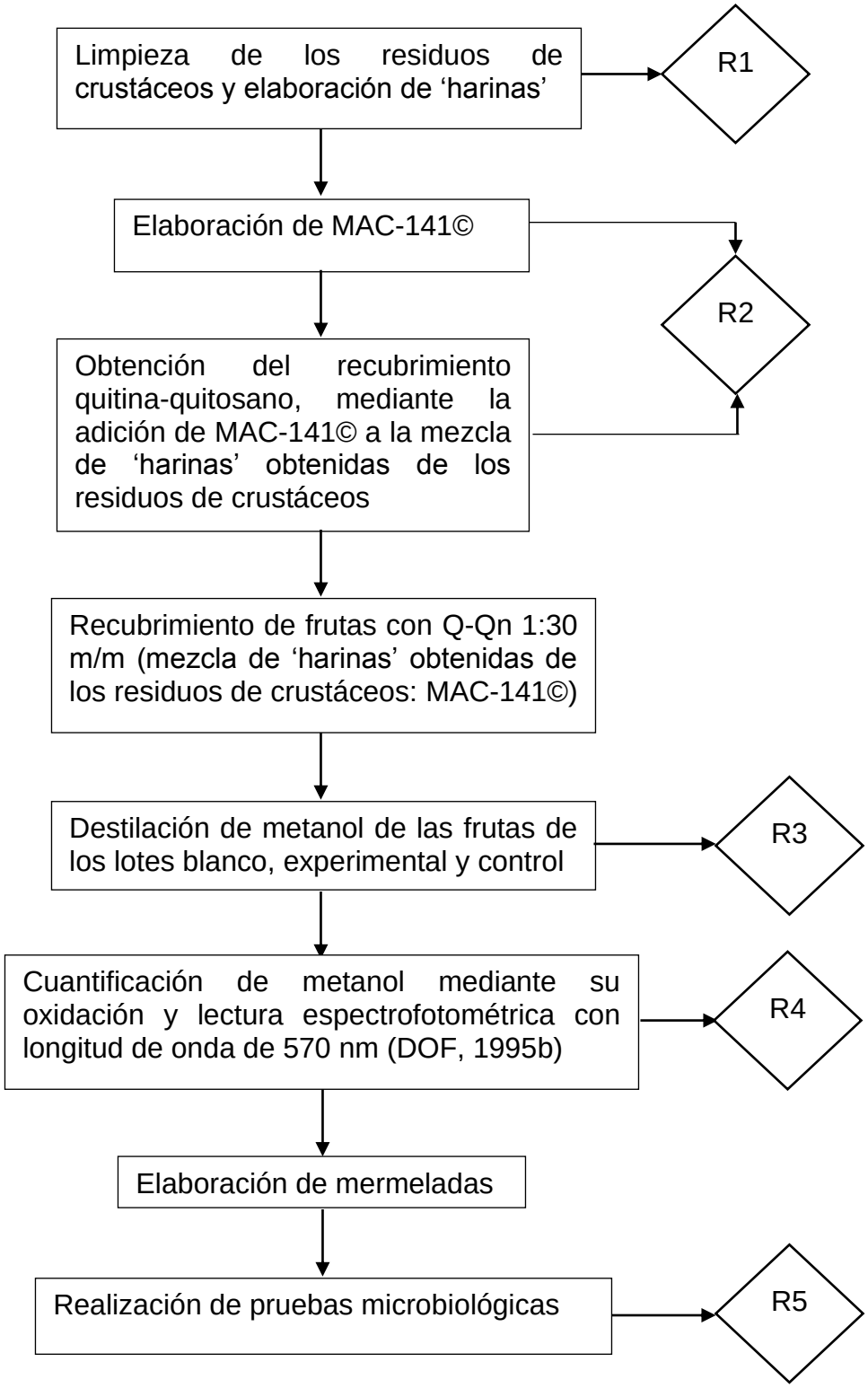
A6. CURVA PATRÓN DEL METANOL

Tabla 37. Curva patrón de metanol **(Acatzi-Silva et al., 2017)**

Disolución patrón (mL)	Promedio de la concentración de metanol (mg/mL)	Absorbancia λ=570nm
0	0	0
0.3	0.012	0.132
0.5	0.02	0.225
1	0.040	0.3995

Anexo VII

A 7. DIAGRAMA ECOLÓGICO DE LA DETERMINACIÓN DE METANOL RESIDUAL



R1: Desechos orgánicos, se pueden disponer en el contenedor de residuos orgánicos.

R2: Evaporar el metanol del residuo de metanol, agua, cloruro de calcio y ‘harina’ de cefalotórax de crustáceos.

R3: Desechar la fruta en el contenedor de residuos orgánicos y el líquido del destilado en el drenaje ya que son biodegradables en la planta de tratamiento de aguas residuales de la UNAM.

R4: Tratar el cromóforo-ácido sulfúrico con carbón activado hasta que la disolución quede incolora, filtrar, neutralizar y desechar en el drenaje. Enviar el carbón activado a incineración a través de la Unidad de Gestión Ambiental, UGA, de la Facultad de Química de la UNAM.

R5: Cajas Petri que se esterilizan en autoclave y posteriormente son desechadas en el contenedor de desechos biológicos para su disposición controlada por la UGA.

BIBLIOGRAFÍA

- Acatzi-Silva, A., Aguilar-Navarro, J., Baez-Rivera, J., García-Saturnino, V., Gómez-Sierra, T., González-Osnaya, L., Lucas-Florentino, B., Sánchez-Chinchillas, A. (2017). *Manual de laboratorio de alimentos II.* UNAM. Ciudad de México. México
- As Deporte. (2019). *La gran riqueza y variedad de las frutas*. México [En línea] (Actualizado al 20 de mayo del 2019).
  Disponible en:
  https://web.asdeporte.com/la-fruta-fresca-seca-deliciosa-super-nutritiva/
  [Último acceso el 4 de septiembre del 2019]
- Arellano, J., Ilich, S., Salazar, M., Rodríguez, I., Alarcón, W., Gasco, F. (2014). Efecto de la temperatura y pH sobre la actividad y estabilidad de pectinasas producidas por Bacillus spp. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas* (*Universidad Nacional de Trujillo*). 34(1):33-41.
- Avantor (2020). *Hoja de datos de seguridad*. Marzo 19, 2012. Avantor Performance Materials, Inc. Center Valley, PA, EE. UU.
- Baduí, S. (2006). *Química de los alimentos.* PEARSON, cuarta edición. México.
- Barreiro, J., Sandoval, A. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*: Equinoccio. Caracas, Venezuela.
- Borja-Urzola, A.d.C. (2021). Obtención de quitosana a partir de residuos de camarón y su aplicación como adsorbente en la extracción en fase sólida de triazinas. Tesis de Doctorado en Ciencias Químicas. Facultad de Química, UNAM. Defensa: Febrero 18. Ciudad de México, México.
- Camacho, A., Giles-Gómez, M., Ortegón-Ávila, A., Palao-Rincón, M., Serrano-López, B., Velázquez-Madrazo, O. (2009). *Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos.* Segunda edición. Facultad de Química, UNAM. Ciudad de México, México.

- CONAPESCA (2013). Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca. Edición 2013. CONAPESCA, 25, 29. Ciudad de México, México.
- DOF (1995a). Norma Oficial Mexicana-130-SSA1-1995. Secretaría de Salud. Catálogo de Normas Mexicanas. NOM-130-SSA1-1995: *Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.* Diario Oficial de la Federación Poder Ejecutivo Federal. México D.F. [En línea] http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/130ssa15.html(Actualizado al 1996).
- DOF (1995b). Norma Oficial Mexicana-142-SSA1-1995. Secretaría de Salud. Catálogo de Normas Mexicanas. NOM-142-SSA1-1995: *Bienes y servicios. Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial.* Diario Oficial de la Federación Poder Ejecutivo Federal. México D.F.
- DOF (2009). Modificación del inciso 0, el encabezado de la Tabla 13, el último párrafo del Anexo B y el apartado Signo decimal de la Tabla 21 de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002. El signo decimal debe ser una coma sobre la línea (,) o un punto sobre la línea (.). Si la magnitud de un número es menor que la unidad, el signo decimal debe ser precedido por un cero. *Sistema general de unidades de medida*. Secretaría de Economía. Jueves 24 de septiembre de 2009 DIARIO OFICIAL (Primera Sección). Diario Oficial de la Federación. Poder Ejecutivo Federal. México D.F. [En línea] https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5532807&fecha=24/07/2018
- Enríquez-Estrada, R., Nava-Arévalo, J. (2016). *Estudios de vida de anaquel en productos hortofrutícolas empleando recubrimientos obtenidos de exoesqueletos y cefalotórax de camarón. Tesis profesional*. Química de Alimentos. Facultad de Química, UNAM. Defensa: Febrero 05. Ciudad de México, México. http://132.248.9.195/ptd2016/enero/0740203/Index.html
- FAO (2003). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: Del campo al mercado. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.

- FAO/OMS (2007). Codex Alimentarius: *Frutas y hortalizas frescas*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Figueroa, E. (2005). *Biodiversidad marina: Valoración, usos y perspectivas ¿Hacia dónde va Chile?* Editorial Universitaria. Santiago de Chile, Chile.
- Flores-Ortega, R. (2004). *Bioplástico de quitina: Formación de películas de quitina a partir de desechos de camarón por métodos ecológicos. Tesis de Maestría en Ciencias.* Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas, UNAM. Defensa: Agosto 20. Ciudad de México, México. http://132.248.9.195/ppt2004/0333631/Index.html
- Flores-Ortega, R. (2008). *Obtención y caracterización de esponja de quitina a partir de cefalotórax de camarón. Tesis de Doctorado en ciencias.* UNAM, Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas. Defensa: Abril 25. Ciudad de México, México.
  http://132.248.9.195/ptd2008/agosto/0629854/Index.html
- Flores-Ortega, R., Barrera-Rodríguez, S. Durán-Domínguez-de-Bazúa, M. C. (2004). *Extracción ecológica de quitina y subproductos*. Patente Núm. 264482. Otorgada el 12 de febrero de 2009. IMPI. Solicitud de Registro: PA/a/2004/009517. Octubre 1, 2004. Facultad de Química, UNAM. Ciudad de México, México.
- Gómez, R. (2011). *Análisis físico químico de frutas y hortalizas.* México [En línea] (Actualizado el 21 de noviembre del 2011)
  Disponible en:
  https://www.youtube.com/watch?v=yhbCLrK95Pw [Último acceso 4 de septiembre del 2019]
- González, E. (2014). *UF0163: Operaciones culturales, recolección, almacenamiento y envasado de productos*. Ic editorial. Antequera, España.
- Infoagro Systems (2019). *Deterioro de las frutas y hortalizas frescas en el periodo de poscosecha.* España [En línea].
  Disponible en:

https://www.infoagro.com/frutas/deterioro_poscosecha_frutas_hortalizas.htm [Último acceso 4 de septiembre del 2019]

- Mauri, A., Llobat, M., Herráez, R. (2010). *Laboratorio de análisis instrumental.* Publicación de la Universidad de Valencia. Valencia, España.
- Melo, V., Cuamatzi, O. (2007). *Bioquímica de los procesos metabólicos.* Editorial Reverté. Barcelona, España.
- Mencías, E., Mayero, L. M. (2000). *Manual de toxicología básica*. Ediciones de Díaz de Santos. Madrid, España.
- Millipore (2020). *Ficha de datos de seguridad. Versión 6.1*. septiembre 13, 2019. Sigma Aldrich Química, S. A. de R. L. de C. V. Toluca, Estado de México, México.
- OIT (2001). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. E.K. Silbergeld, Directora del capítulo. Tomo I, tercera edición, capítulo 33, 86 pp. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales-Subdirección General de Publicaciones. Madrid, España.
- Ortega-Granados, J.A. (2011). *Efecto del recubrimiento de fresas usando quitina-quitosana obtenida de cefalotórax y exoesqueleto de camarón en su vida de anaquel a temperatura ambiente (20±2°C) y refrigeración (4°C)*. *Tesis profesional*. Química de Alimentos. Facultad de Química, UNAM. Defensa: Noviembre 29. Ciudad de México, México. http://132.248.9.195/ptd2012/mayo/0679804/Index.html
- Rozo R. (2004). *Toxicología*. Ediciones Médicas Latinoamericanas, S. A. Bogotá, Colombia.
- SAGARPA (2016). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: ¡Pero que rica es la Pera! México [En línea] (Actualización 8 de octubre del 2016). Disponible en: https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/pero-que-rica-es-la-pera?idiom=es (Último acceso el 16 de septiembre del 2018).
- SEDER, 2017. Secretaría de Desarrollo Rural: Zarzamora. México [En Línea] (Actualización 11 de octubre del 2017). Disponible en:

https://seder.jalisco.gob.mx/zarzamora (Último acceso el 16 de septiembre del 2018)

- Seseña-Alcalde, M.d.R. 2019. Estudio del cambio en las concentraciones del metanol residual en un fruto climatérico (guayabas) y en uno no climatérico (uvas verdes) que fueron recubiertos con biopolímeros de quitina-quitosana provenientes del cefalotórax de camarón (*Litopenaeus vannamei*). Tesis profesional. Química de Alimentos. Facultad de Química, UNAM. Defensa: Noviembre 22. Ciudad de México, México. http://132.248.9.195/ptd2019/junio/0790416/Index.html
- Valle-Vega, P., Lucas-Florentino, B. (2000). *Toxicología de alimentos.* Instituto Nacional de Salud Pública – Centro Nacional de Salud Ambiental. Ciudad de México. México
- Vázquez-Marcial, J. S. (2015). *Extracción de carotenoides (astaxantinas) a partir de exoesqueletos de jaiba (Callinectes sapidus) bajo diferentes condiciones de acidez empleando tecnologías más limpias. Tesis profesional*. Química de Alimentos. Facultad de Química, UNAM. Defensa: Octubre 2. Ciudad de México. México. http://132.248.9.195/ptd2015/septiembre/0735527/Index.html
- Vuarant, C. (2010). *Arándanos: Avances científicos y tecnológicos.* Universidad Nacional de Entre Ríos. Entre Ríos, República Argentina.