



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**“Aprovechamiento de pera criolla de Zacatlán de las  
Manzanas para la elaboración de un licor cremoso fino”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN ALIMENTOS**

**P R E S E N T A:**

**ROJAS GONZÁLEZ GUSTAVO**

ASESORAS:

Dra. Alma Adela Lira Vargas

Dra. Ma. Andrea Trejo Márquez

**CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO, 2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis**

**Aprovechamiento de pera criolla de Zacatlán de las Manzanas para la elaboración de un licor cremoso fino**

Que presenta el pasante: **Gustavo Rojas González**

Con número de cuenta: **408072094** para obtener el Título de la carrera: **Ingeniería en Alimentos**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

**ATENTAMENTE**

**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 08 de Agosto de 2019.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	M. en C. Araceli Ulloa Saavedra	
<b>VOCAL</b>	I.A. Alberto Solís Díaz	
<b>SECRETARIO</b>	Dra. Alma Adela Lira Vargas	
<b>1er. SUPLENTE</b>	Dra. Dolores Molina Jasso	
<b>2do. SUPLENTE</b>	M. en C. Selene Pascual Bustamante	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

## **AGRADECIMIENTOS**

PROYECTO. APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES  
PARA EL APROVECHAMIENTO, CONSERVACIÓN E  
INOCUIDAD DE PRODUCTOS VEGETALES (PIAPI 1805)

PROYECTO: DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL  
APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE FRUTAS Y  
HORTALIZAS (PAPIIT-IT201216)

## Dedicatoria

A mi madre Zita González Padilla, en primer lugar por darme este maravilloso don que es la vida, y en segundo lugar, porque sé que siempre puedo contar con ella. Estoy infinitamente agradecido por apoyarme durante todo este tiempo y este logro se los debo a ella, este es uno más de muchos que tendremos juntos.

A mi hermana Yered Rojas.

A mi sobrino Ángel Itzae Rojas.

A la familia Viveros Rojas (Claudia, Verónica, Lluvia, Ana, Rafael, Amanda, León, Cuquita) y la cabeza de esta familia Rafael Viveros Zapata, *por estar siempre a mi lado, por iluminar mi vida, por su cariño, sus palabras, su fortaleza, su vitalidad, por ser una gran familia, por nunca dudar de mi aunque yo lo hiciera.*

*A la familia González Padilla por ser tan lindos conmigo, por todo su apoyo y cariño, son muy importantes para mí.*

## Agradecimientos

A mi mejor amiga, Laura Beatriz Mendoza te quiero mucho, siempre estuviste a lo largo estos últimos años en la carrera, por tu apoyo incondicional, no abandonarme, estar siempre en los momentos difíciles, por compartir grandes experiencias, sabes que siempre contarás con mi apoyo y estaré para cuando lo necesites.

A mis profesoras, Dra. Ma. Andrea Trejo por brindarme el apoyo y oportunidad para realizar este proyecto, por las facilidades para poder llevar a cabo la experimentación, así como la experiencia de estar en el taller, de aprender nuevas cosas, conocimientos, tiempo, diversión, convivencias, viajes, congresos y el ambiente que se tiene en el CAT no se compara con nada, gracias por todo y por ser mi asesora. A la M. en C. Selene Pascual gracias por exigirme, por estar siempre ahí. Al M. en C. David López Soto, por su apoyo en las clases. A la Dra. Alma Adela Lira, por motivarme, por tus consejos, dedicación, apoyo y disposición para que este proyecto llegara a su culminación y tiempo dedicado en este proyecto.

A mis compañeros del CAT, Beatriz Mendoza, Natalie Villalobos, Nancy Zamora, Yolanda Herrera, Mariely Saldaña, Masiel González, Felipe V. Terán, Carlos Mayorga que hicieron que esos momentos de experimentación, estrés, fueran más llevaderos, tranquilos e inolvidables.

*A mis amigos de la carrera que formaron parte de este camino Evelin Méndez, Evelin Montaña, Mariana del Moral, Jesica Duran, Arisandi Antonio, Karem Hernández, Verónica Álvarez y a Carmen Franco A. que siempre la recordare.*

*A mi terapeuta L.t.f. Grecia Parra Vaquero por su gran apoya para mi rehabilitación física.*

Doy gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por darme la oportunidad de ser parte de uno más de sus egresados.



Índice general

	<b>Página</b>
Índice general	i
Índice de figuras	iii
Índice de tablas	v
<b>RESUMEN</b>	vii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>2. ANTECEDENTES</b>	5
2.1. Generalidades de la pera	5
2.1.1. Origen e historia	5
2.1.2. Taxonomía y morfología	6
2.1.3. Variedades de pera de importancia en México	8
2.1.4. Importancia económica	9
2.1.4.1. Mercado internacional	9
2.4.1.2. Mercado nacional	10
2.1.5. Composición química	11
2.1.6. Usos y productos comercializados	12
2.2. Pardeamiento enzimático	13
2.2.1. Tratamiento de inhibición	14
2.3. Generalidades de licor crema o licor	15
2.3.1. Definición	15
2.3.2. Composición de licor	17
2.3.3. Proceso	18
2.3.4. Clasificación	20
2.3.5. Importancia económica	21
2.4. Vida útil de los alimentos	22
2.4.1. Pruebas de vida en tiempo real	24
2.4.2. Pruebas de vida acelerada	24
<b>3. OBJETIVOS</b>	28
3.1. Objetivo general	28
3.2. Objetivos particulares	28
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	30
4.1. Cuadro metodológico	30
4.2. Material biológico	31
4.3. Caracterización de pera	31
4.4. Pre-tratamiento pera	31
4.5. Selección de la formulación para elaboración de un licor cremoso	32
4.5.1. Proceso de elaboración	32



4.6. Caracterización del tequila	35
4.6.1. Parámetros químicos y fisicoquímicos	35
4.7. Evaluación de la vida útil del licor	40
4.8. Técnicas analíticas	40
4.8.1. Parámetros de calidad	40
4.8.1.1. pH	40
4.8.1.2. Acidez titulable total	41
4.8.1.3. Sólidos solubles	41
4.8.1.4. Color	42
4.8.2. Parámetros microbiológicos	42
4.8.2.1. Mohos y levaduras	42
4.8.3. Evaluación sensorial	42
4.9. Tratamiento estadístico	43
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>45</b>
5.1. Caracterización de la pera criolla	45
5.2. Aplicación de tratamiento de acondicionamiento para el control de pardeamiento en pulpa de pera.	46
5.3. Caracterización de materia prima (Tequila)	50
5.4. Caracterización de licor cremoso	56
5.4.1. Selección de formulación de licor cremoso	56
5.4.2. Parámetros fisicoquímicos y químicos del licor cremoso.	58
5.5. Evaluación de la vida de anaquel del licor mediante una prueba de vida acelerada	60
5.5.1. Vida útil del licor cremoso fino a base de pera	68
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>73</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	<b>76</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>78</b>



Índice de figuras

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.-</b> Producción en miles de toneladas (2016) de pera a nivel mundial	10
<b>Figura 2.-</b> Porcentaje de producción (2017) de pera en México en miles de toneladas.	11
<b>Figura 3.-</b> Diagrama de proceso para la elaboración de licor cremoso.	18
<b>Figura 4.-</b> Ventas mensuales en México (2016) de licor en miles de pesos.	22
<b>Figura 5.-</b> Diagrama de proceso para la elaboración de licor cremoso fino a base de pera.	33
<b>Figura 6.-</b> Material y equipo para la determinación del contenido alcohólico en donde: A) Equipo de destilación y B) Alcoholímetro para la medición del porcentaje de alcohol.	36
<b>Figura 7.-</b> Determinación de ésteres: A) Ebullición de las muestras, B) Muestra antes de la titulación, C) Muestra después de la titulación.	37
<b>Figura 8.-</b> Determinación de aldehídos: A) Antes de la titulación B) Después de la titulación.	37
<b>Figura 9.-</b> Determinación de alcoholes superiores: A) Curva patrón B) Muestra.	38
<b>Figura 10.-</b> Tubos de ensayo para la determinación de furfural en donde: A) Curva patrón e B) Muestras.	39
<b>Figura 11.-</b> Determinación de azúcares reductores totales: A) Baño en agua a 70°C donde B) Muestra antes de la titulación C) Muestra después de la titulación.	39
<b>Figura 12.-</b> Formato de análisis sensorial.	43
<b>Figura 13.-</b> Actividad residual de la enzima Polifenoloxidasa (PPO) de la pera criolla. AC= ácido cítrico AC= ácido ascórbico.	46
<b>Figura 14.-</b> Luminosidad en rebanadas de pera sometidas a un tratamiento químico de AC=ácido cítrico y AA=ácido ascórbico.	48



<b>Figura 15.</b> Cromaticidad de rebanadas de pera sometidas a un tratamiento químico de AC=ácido cítrico y AA=ácido ascórbico.	49
<b>Figura 16.</b> Tonalidad de rebanadas de pera sometidas a un tratamiento químico de AC=ácido cítrico y AA=ácido ascórbico.	50
<b>Figura 17.</b> Análisis sensorial de A) Color B) Olor a alcohol C) Textura cremosa D) Sabor a pera E) Sabor a alcohol de la tres formulaciones de licor cremoso fino.	57
<b>Figura 18.-</b> Cambio en los sólidos solubles del licor cremoso fino de pera a diferentes temperaturas de almacenamiento.	62
<b>Figura 19.-</b> Cambio de pH del licor cremoso de pera diferentes a temperaturas de almacenamiento.	63
<b>Figura 20.-</b> Cambio de acidez del licor cremoso de pera a diferentes temperaturas de almacenamiento.	64
<b>Figura 21.</b> Análisis sensorial de la textura cremosa durante el estudio de vida acelerada del licor cremoso fino a base de pera.	65
<b>Figura 22.</b> Cambio de olor en el licor cremoso fino almacenado por 35 días a 25, 35 y 45 °C.	65
<b>Figura 23.</b> Cambio de sabor en el licor cremoso fino almacenado por 35 días a 25, 35 y 45 °C.	66
<b>Figura 24.</b> Cambio de color en el licor cremoso fino almacenado por 35 días a 25, 35 y 45°C.	66
<b>Figura 25.</b> Comportamiento de presencia de mohos y levaduras expresados en Log UFC al aplicar distintos tiempos de almacenamiento en el licor cremoso fino.	67
<b>Figura 26.</b> Cambio de pH a diferentes temperaturas de almacenamiento durante el estudio de vida acelerada del licor cremoso fino a base de pera.	69
<b>Figura 27.</b> Datos cinéticos de pH para el licor cremoso fino.	70



Índice de tablas

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica de la pera.	6
<b>Tabla 2.</b> Morfología del peral.	7
<b>Tabla 3.</b> Variedades más importantes de la pera.	8
<b>Tabla 4.</b> Composición química de la pera.	11
<b>Tabla 5.</b> Productos elaborados a base de pera.	12
<b>Tabla 6.</b> Agentes químicos con acción inhibitoria en el pardeamiento enzimático.	15
<b>Tabla 7.</b> Composición del licor cremoso.	17
<b>Tabla 8.</b> Clasificación de los licores según el contenido de sólidos solubles.	20
<b>Tabla 9.</b> Variedades de licores más importantes de licores en México.	21
<b>Tabla 10.</b> Formulación del licor cremoso fino a base de pera.	32
<b>Tabla 11.</b> Caracterización de la pera criolla de Zacatlán de las manzanas.	45
<b>Tabla 12.</b> Caracterización de compuestos de calidad de tequila Campo Azul, con otros datos bibliográficos.	51
<b>Tabla 13.</b> Contenido de pH, sólidos solubles totales, azúcares y acidez de licor cremoso fino de pera.	59
<b>Tabla 14.</b> Resultados de $R^2$ de los parámetros de sólidos solubles totales, pH, acidez, textura y luminosidad.	69
<b>Tabla 15.</b> Resultados de m, b de pH y días de vida de anaquel tomando en cuenta el parámetro de pH en el licor cremoso fino a base de pera.	70



# Resumen

“Hay tres maneras de adquirir sabiduría: primero, por la reflexión, que es la más noble; segundo, por imitación, que es la más sencilla; y tercero, por la experiencia, que es la más amarga”.

-Confucio



### RESUMEN

La pera criolla de Zacatlán de las Manzanas es un fruto que presenta propiedades químicas interesantes, sin embargo, es poco industrializada, por lo que el principal objetivo de este trabajo fue realizar una propuesta tecnológica de la pera criolla de Zacatlán de las Manzanas mediante la elaboración de un licor cremoso fino, que permita diversificar su uso, así como su consumo. Las peras criollas empleadas se encontraban en un estado de madurez fisiológico maduro, previo a la elaboración del licor cremoso fino la pulpa de pera se sometió a un pre-tratamiento químico de ácido cítrico, y ácido ascórbico a concentraciones de 1.0, 1.5 y 2% para evitar la oxidación enzimática, posteriormente se determinaron los parámetros químicos de la materia prima (Tequila) como (furfural y azúcares) así como fisicoquímicos (contenido alcohólico, aldehídos, alcoholes superiores y ésteres); una vez obtenido los resultados se procedió a la elaboración del licor cremoso fino, a éste se le determinaron los parámetros químicos (carbohidratos). Las diferentes formulaciones (30, 35 y 40 % de pulpa) se evaluaron mediante una prueba sensorial hedónica para elegir sensorialmente la más aceptada de acuerdo a atributos como: el color, olor, sabor, textura cremosa y la aceptación general. A la formulación seleccionada se le realizó un estudio de vida de anaquel acelerada sometiéndolo a 25, 35 y 45°C; evaluando los parámetros de calidad (pH, sólidos solubles totales, color), sensoriales (color, olor, sabor, textura cremosa) y microbiológicos (mohos y levaduras) con el fin de establecer el tiempo de vida útil del producto terminado. Como resultado se observó que el mejor tratamiento para evitar la oxidación enzimática en la pulpa de pera resultó ser el ácido ascórbico a una concentración de 1.0 %, la calidad de la materia prima del tequila y del licor estuvieron dentro de la norma NOM-142-SSA1/SCFI-2014. La formulación mejor seleccionada por los panelistas consultados fue el licor con 35% de pulpa, en la vida de anaquel se determinó una energía de activación de 86091.4 J/mol, y una vida de anaquel de 416, 152 y 46 días de almacenamiento a una temperatura de 25, 35 y 45°C, respectivamente; por lo tanto se concluye que la pera criolla de Zacatlán de las Manzanas, Puebla podría ser una opción viable de aprovechamiento potencial, debido a que es un fruto ideal para la elaboración de bebidas alcohólicas, impulsando aún más su crecimiento y de ser posible abrir un nuevo nicho de mercado que gusta de bebidas alcohólicas beneficiándose del valor agregado en cuanto a componentes bioactivos, aromas y sabores naturales.



# Introducción

“Pensad adónde ha llegado el único. Ni una verdad existe fuera de él. No hace nada por el amor a Dios o de los hombres, sino por el amor de si”. Emile Armand, El anarquismo individualista



## INTRODUCCIÓN

---

### 1. INTRODUCCIÓN

La pera (*Pyrus communis*) es un fruto no climatérico que tiene diversas propiedades medicinales gracias a su contenido en agua y fibra, y a su riqueza en vitaminas y minerales. Además, es diurética y aporta minerales al organismo (Benítez, 2015).

México aporta al mundo una producción de poco más de 24 mil toneladas de pera, los principales estados productores son: Michoacán, Guerrero y Puebla (SAGARPA, 2017).

La pera al momento de ser cortada sufre de una oxidación enzimática, lo cual no es agradable para un posterior consumo y para evitar esta oxidación hay que darle un tratamiento químico a dicho fruto. La oxidación enzimática debida a la acción de la polifenoloxidasas, es uno de los aspectos que en mayor medida afecta a la calidad organoléptica de las frutas y hortalizas frescas cortadas (García y Barrett, 2002).

La actividad de las enzimas polifenoloxidasas presentes en frutas como la pera, puede ser inhibida por calentamiento o por remoción de alguno de sus componentes necesarios: O<sub>2</sub>, enzima, Cu<sup>++2</sup> o sustrato (Guerrero-Beltrán *et al.*, 2005). Agentes reductores, antioxidantes e inhibidores enzimáticos previene el pardeamiento reduciendo químicamente las ortoquinonas a difenoles coloreados, inhibiendo la actividad de la enzima por disminución del pH, o quelando el Cu<sup>++2</sup> en el alimento (Domínguez *et al.*, 1995).

Existen diversos tipos de agentes químicos como el ácido ascórbico y el cítrico que inhiben directamente la enzima polifenoloxidasas, otros modifican el medio para que las condiciones no sean las adecuadas para el desarrollo de las reacciones de pardeamiento enzimático, y finalmente otros pueden interactuar con los productos de la reacción de la polifenoloxidasas evitando la formación de pigmentos coloreados que son frecuentemente utilizados para el control del pardeamiento enzimático (García y Barrett, 2002).

Los principales usos de la pera en Puebla es la elaboración de néctares, mermeladas, rellenos para panificación, cristalizados y en almíbar, etc. Sin embargo, existe una producción que no



## INTRODUCCIÓN

---

es aprovechada. En Puebla el principal productor de pera es el municipio de Zacatlán de las Manzanitas, la pera de este municipio es criolla, por lo que su uso podría implementarse en la elaboración de un licor cremoso fino a base de pera (Pérez y Delgado, 2007).

Los licores están compuestos por alcoholes puros o destilados, sustancias aromáticas y colorantes. Se pueden consumir en todo momento, servirse como aperitivos o después de las comidas y también como ingredientes en combinaciones de bebidas o cócteles. Existen varios procedimientos para la elaboración de los licores y por lo general los industriales se fabrican mediante la disolución en frío de aceites esenciales, puros o mezclas de ellos en alcohol. Los licores son conocidos por sus nombres genéricos, su sabor, color y graduación alcohólica (Macek, 2007).

La producción de licores data desde tiempos remotos pues los documentos antiguos se lo atribuyen a la época de Hipócrates quien decía que los ancianos destilaban hierbas y plantas en particular, por su propiedad de curar enfermedades o como tonificantes. Esto en parte es cierto, dado que hoy día, es reconocido que el kummel o la menta ayudan a la digestión (Pérez y Delgado, 2007).

Existen varios procedimientos para la elaboración de los licores y por lo general los industriales se fabrican mediante la disolución en frío de aceites esenciales, puros o mezclas de ellos en alcohol. La calidad de los licores está muy relacionada con las propiedades de las materias primas que se emplean en su elaboración. Los licores son conocidos por sus nombres genéricos, su sabor, color y graduación alcohólica. Existen también muchos licores que se conocen por sus marcas propietarias, por ejemplo: Gilka Kümmel (Alemania), Licor café (España), entre otros (Aleixandre, 1999). El principal motivo de elaborar licor a base de pera es darle un uso efectivo en el aprovechamiento de este fruto por lo que el objetivo del presente trabajo fue elaborar un licor cremoso fino a base de pera debido a sus características, como precio, accesibilidad y concentración de azúcar se usará esta fruta, haciendo énfasis en su sabor, sin salirse de la clasificación del licor, con el valor agregado de ser saborizado con ingredientes naturales.



# Antecedentes

“De los diversos instrumentos inventados por el hombre, el más asombroso es el libro; todos los demás son extensiones de su cuerpo... Sólo el libro es una extensión de la imaginación y la memoria”. Jorge Luis Borges.



## 2. ANTECEDENTES

### 2.1. Generalidades de la pera

#### 2.1.1. Origen e historia

La pera es una fruta originaria de regiones de Europa oriental y de Asia occidental, donde su cultivo se viene realizando desde épocas muy remotas. Los griegos y los romanos conocieron el cultivo del peral y fueron estos últimos los que lo introdujeron en la Cuenca del Ebro (Benítez, 2015).

En época romana Catón y Plinio dan indicaciones precisas sobre la producción de las peras y sobre las variedades de peras conocidas (más de 40), perfeccionando las técnicas de cultivo. Pompeo y el emperador Nerón las tenían en gran aprecio (Galeón, 2015).

El origen de los perales cultivados en Europa se remonta a tiempos muy remotos, probablemente entre 1.000 y 2.000 años a.C. Es nativa de las regiones de Europa oriental y de Asia occidental. Deriva al parecer de la selección de razas silvestres de peral (*Pyrus communis var. pyraster*) hibridadas con otras varias especies europeas o asiáticas: *Pyrus nivalis* Jacq., *P. pyrifolia* (Burn. f.) Nakai, *P. spinosa* Forssk., etc. (Galeón, 2015).

La producción de peras se expandió por toda Europa, y en particular en Bélgica y en Francia. La pera, al final del siglo XV fue exportada por los misioneros españoles a América, especialmente a México y California (Infoagro, 2016).

Las especies silvestres que han dado origen a las variedades cultivadas de perales provienen de Europa y de Asia, cerca del mar Caspio. De las especies indígenas europeas se conocen diversas especies como el *Pyrus nivalis*, de fruta chica y redonda, que solo sirve para hacer sidra de peras. De las peras asiáticas o japonesas conocemos el *Pyrus serotina*. Es una especie cultivada en Asia, pero de muy poco valor, excepto para composta. Ha servido en la América



## ANTECEDENTES

del Norte para hacer cruza con la pera europea, obteniéndose híbridos. Las otras especies asiáticas no tienen valor por su fruta, pero se han utilizado en los viveros como porta injertos por su resistencia a ciertas enfermedades, tales son el *Pyrus ussuriensis* y el *Pyrus calleriana*, los cuales tendrán diferente morfología y taxonomía (Galeón, 2015).

### 2.1.2. Taxonomía y morfología

La Pera (*Pyrus communis*), es una fruta perteneciente a la familia de las Rosáceas, incluye más de 2.000 especies de plantas herbáceas, arbustos y árboles distribuidos por regiones templadas de todo el mundo la ubicación taxonómica se describe en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de la pera.

<b>REINO</b>	<b>PLANTAE</b>
Familia	<i>Rosaceae</i>
Subfamilia	<i>Pomoideas</i>
Género	<i>Pyrus</i>
Especie	<i>Comunnis</i>

**Fuente:** Groenewald (2006).

La forma que toma la fruta es un pomo con forma redondeada o de lágrima. Contiene 5 celdillas con 1-2 semillas, su tamaño es diferente en función de la variedad. El peso suele rondar los 170 gramos. La piel del fruto es más o menos lisa, verde, que se torna parduzca o amarillenta al madurar, en función de la variedad. La pulpa es dura y muy ácida o astringente cuando aún está verde. Conforme madura, se ablanda y dulcifica. La morfología de esta planta se describe en la Tabla 2.



**Tabla 2.** Morfología del peral.

PARTE DE LA PLANTA	CARACTERÍSTICAS
<p><b>Sistema radicular</b></p> 	<p>En los suelos profundos y sueltos crece hacia abajo casi verticalmente hasta 60 cm de profundidad aproximadamente. Es gruesa y de color blancuzco en su interior. Produce alrededor de 25 raíces secundarias de 2.5 a 5 cm de grosor.</p>
<p><b>Tallo principal</b></p> 	<p>Tallo alto, grueso, de corteza agrietada, gris, de la cual se destacan con frecuencia placa lenticular, lisa, primero verde y luego gris-violácea, con numerosas lenticelas. Cuando son jóvenes son espinosas, luego inermes y frágiles, que llega hasta 9 metros de altura.</p>
<p><b>Hoja</b></p> 	<p>Las hojas son ovales, finamente dentadas o enteras, coriáceas, glabras o rara vez tomentosas, algo lustrosas por el haz, con pecíolo de igual longitud que la lámina o más corto; al principio son algo pelosas, pero terminan por hacerse lampiñas y tienen el margen crenado-serrado o casi entero.</p>
<p><b>Flor</b></p> 	<p>Tienen largos cabillos y forman corimbos umbeliformes en la terminación de las ramillas; son de buen tamaño, con ovario ínfero y de color blanco o blanco-rosado; el cáliz está formado por 5 sépalos lanceolados, estrechados en punta; los pétalos miden generalmente 12-15 mm y son obovados y libres.</p>
<p><b>Fruto</b></p> 	<p>En pomo, estrechado en la base; ésta puede ser redondeada o atenuada y prolongada en el pedúnculo. Sépalos marcescentes en el ápice umbilicado. Con cinco celdillas, cada una con 1-2 semillas de cubierta exterior lisa o algo mucilaginosa. La piel del fruto es más o menos lisa, verde, que pasa a parduzca o amarillenta al madurar. Pulpa dura, muy ácida o astringente primero, a la madurez blanda, con células esclerosas esparcidas.</p>

**Fuente:** SAGARPA (2017).



## ANTECEDENTES

Así como hay diferentes especies hay diferentes variedades, las cuales se diferencian en su morfología.

### 2.1.3. Variedades de pera de importancia en México

Entre las principales variedades comerciales podemos mencionar: Anjou, Bartlett y Bosc las cuales se describe en la Tabla 3, también hay blandas o duras, aptas para consumo en fresco o para cocinar, redondeadas, alargadas, curvadas, y con gran variedad de tamaños y de color. Existen más de 30 variedades de pera que se clasifican en peras de verano y peras de invierno.

**Tabla 3.** Variedades más importantes de la pera.

VARIEDAD	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="337 890 428 919"><b>Anjou</b></p> 	<p data-bbox="558 957 1383 1026">Originaria de Francia, su tamaño es grande, de forma regular, color amarillo con manchas rosadas; carne suave y olorosa, de color blanco.</p>
<p data-bbox="329 1163 436 1192"><b>Bartlett</b></p> 	<p data-bbox="561 1236 1380 1346">Es originaria de Inglaterra; también es grande, de forma alargada. Su color es amarillo dorado, con manchas rosadas y pintitas cafés. Carne amarilla, amantequillada, jugosa y de sabor muy agradable</p>
<p data-bbox="350 1453 415 1482"><b>Bosc</b></p> 	<p data-bbox="570 1497 1372 1644">Originaria de Bélgica, fruta de tamaño grande y periforme. De color amarillo oscuro, algunas veces con tintes rojizos. Carne blanca, aromática y jugosa. Se recomienda para la mesa, es una variedad de madurez intermedia entre las variedades tempranas y tardías.</p>

**Fuente:** SAGARPA (2017).

Sin embargo, dependiendo de la variedad será su importancia, por tal razón la pera criolla tiene un parecido casi semejante a la variedad ‘anjou’.



## ANTECEDENTES

---

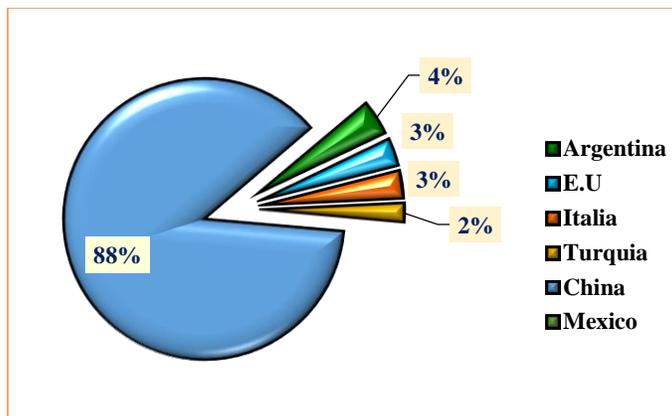
### 2.1.4. Importancia económica

#### 2.1.4.1 Mercado internacional

La producción global de peras ha incrementado casi 400.000 toneladas hasta un récord de 25,4 millones de toneladas, por lo que se ha tenido un mayor comercio global, gracias al aumento de las exportaciones de China a los mercados asiáticos, especialmente Vietnam, Tailandia e Indonesia. Por otra parte, se prevé que las importaciones aumenten ligeramente hasta las 10.000 toneladas, ya que la demanda de peras occidentales crece de forma moderada (USDA, 2016).

La producción de la Unión Europea (UE) de pera se espera que disminuya 220.000 toneladas hasta los 2,3 millones, debido a las bajas temperaturas y la humedad durante la floración en los Estados miembros que más peras producen: Italia, Bélgica y España. Las exportaciones disminuirán 45.000 toneladas hasta las 265.000 toneladas, ya que, al producir menos peras, también se reducen los envíos a los países del norte de África. Se calcula que la baja oferta impulsará las importaciones 53.000 toneladas hasta las 275.000, por lo que la UE sobrepasará a Rusia como el mayor importador (USDA, 2016).

La previsión apunta a una ligera reducción en Estados Unidos, hasta las 707.000 toneladas, causada por la disminución de la superficie productiva en los estados del oeste, y que continuará con la tendencia de los últimos años. Debido a la escasa producción nacional, se prevé que se exporten 150.000 toneladas menos al reducirse los envíos a México, mientras que las importaciones aumentarán 6.000 toneladas hasta las 85.000, especialmente desde Chile y Argentina. México tuvo una producción de 374,000 toneladas como se puede ver en la (Figura 1) (FAOSTAT, 2016).



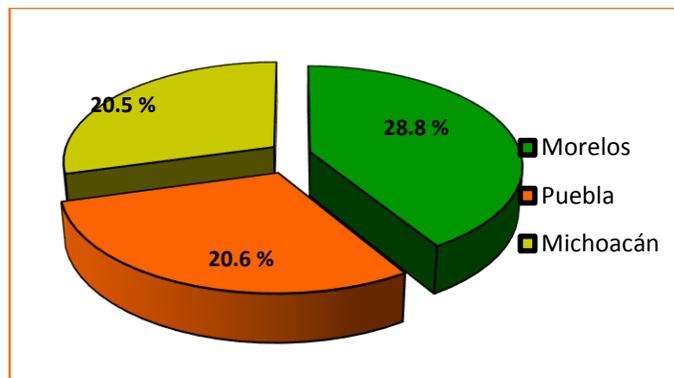
**Figura 1.** Producción en miles de toneladas (2016) de pera a nivel mundial.  
**Fuente:** FAOSTAT (2016).

La producción de Sudáfrica de pera aumentará 10.000 toneladas hasta las 440.000 gracias a las condiciones de cultivo favorables y a que las nuevas plantaciones ya han comenzado a producir. Por el mismo motivo, se espera que se exporten 260.000 toneladas, 11.000 toneladas más que la temporada anterior (FAOSTAT, 2016).

Por último, se calcula que Rusia producirá un total de 159.000 toneladas, un ligero aumento que se debe a las buenas condiciones meteorológicas, ya que la superficie no ha cambiado. Las importaciones continuarán con su tendencia a la baja y disminuirán 18.000 toneladas hasta quedarse en 245.000 toneladas, provocado por la escasa oferta de Bielorrusia y el veto ruso a las peras de determinados países (FAOSTAT, 2016).

#### 2.4.1.2 Mercado nacional

México aporta al mundo una producción de poco más de 24 mil toneladas de pera, el principal estado productor es Morelos con 28.8 por ciento de la producción total, seguido de Puebla y Michoacán con 20.6 y 20.5%, respectivamente. En los meses de agosto y septiembre se obtiene más del 65 por ciento de la cosecha anual (Figura 2) (SAGARPA, 2017).



**Figura 2.** Porcentaje de producción (2017) de pera en México en miles de toneladas.  
**Fuente:** SAGARPA (2017).

La producción de peras en el estado de Puebla, principalmente seda en el municipio de Zacatlán de las manzanas con alrededor de 200 hectáreas, aunque dependiendo de la región donde se produzca esta cambiara ligeramente será su composición química.

### 2.1.5. Composición química

La pera tiene diversas propiedades medicinales gracias a su contenido en agua y fibra, y a su riqueza en vitaminas y minerales la composición química se encuentra en la Tabla 4. Es adecuada para depurar el organismo y limpiar el intestino. Además, es diurética y aporta minerales al organismo. La pera tiene un alto contenido nutritivo, aporta vitaminas A, B, y C, además de diversos minerales esenciales para el organismo (SAGARPA, 2017).

**Tabla 4.** Composición química de la pera.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	PORCENTAJE (%)
Hidratos de carbono	13.25-14.9
Agua	75 – 83.20
Fibra	2.20 – 8.8
Lípidos	0.3- 0.5
Proteína	0.35 – 0.4
Ceniza	0.4 – 0.17

**Fuente:** Infoagro (2014).



Debido a la composición de la pera, su principal forma de consumo es en fresco, por lo que está ha sido poco industrializada.

### 2.1.6. Usos y productos comercializados

Respecto al uso gastronómico de la pera, ésta se utiliza en la elaboración de vinos (especialmente sidra) y licores, mermeladas, jugos, licuados, conservas en almíbar, gelatinas y otros alimentos como se observa en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Productos elaborados a base de pera.

PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS	NORMA
<p><b>Almíbar</b></p> 	<p>Peras enteras conservadas en almíbar (agua y azúcar). El proceso de elaboración es totalmente tradicional, seleccionando sólo fruta de máxima calidad y respetando texturas y aromas naturales. Color blanquecino. Sabor dulce.</p>	<p><b>NMX-F-035-1983</b></p>
<p><b>Mermelada</b></p> 	<p>La mermelada es un producto de consistencia pastosa o gelatinosa que se obtiene por cocción y concentración de peras (<i>Pyrus comunis</i>) sanas, limpias, adicionadas de edulcorantes con o sin adición de agua, siendo un complemento perfecto para los desayunos y las meriendas.</p>	<p><b>NMX-F-133-1968</b></p>
<p><b>Néctar</b></p> 	<p>Producto alimenticio, líquido, pulposo, elaborado con el jugo y pulpa de peras, (<i>Pyrus comunis</i> L) maduras, sanas, limpias, lavadas, finamente divididas y tamizadas, concentradas o no, congeladas o no, adicionado de agua, edulcorantes, nutritivos y aditivos alimentarios permitidos, envasado en recipientes herméticamente cerrados y sometido a un proceso térmico que asegure su conservación.</p>	<p><b>NMX-F-053-S-1980</b></p>

Una posible causa de que la pera sea poco industrializada, se puede deber a que ésta presenta enzimas como la polifenoloxidasas que ocasionan oxidación de la pera.



### 2.2. Pardeamiento enzimático

El reconocimiento de la naturaleza enzimática de este tipo de pardeamiento en ciertos frutos debería de atribuirse probablemente a Lindet. Sin embargo, fue Onslow quien demostró, en 1920, que el pardeamiento enzimático de los tejidos vegetales en contacto con el aire se debe a la presencia de derivados del orto-dihidroxifenol, como el catecol, el ácido protocatecuico y el ácido cafeico, así como de ésteres del ácido hidroxigálico con el ácido cafeico, y el ácido clorogénico que se encuentra difundido en muchos frutos, y especialmente en las papas y plátanos (Hernández-Valdez, 2014).

Según Bello-Gutiérrez (2012), el pardeamiento enzimático es una alteración química, aunque enzimática en sus primeras etapas, que tiene como sustratos a los compuestos fenólicos que transforman en estructuras poliméricas poco aclaradas, por lo general con coloraciones oscuras o pardas. A pesar del nombre genérico de “pardeamiento”, los colores formados son muy variables, marrones, rojizos o negros, dependiendo del alimento y de las condiciones del proceso (Calvo, 2015).

La enzima responsable del pardeamiento enzimático recibe el nombre de polifenoloxidasas (PPO), peroxidasa (PDO), fenolasa o tirosinasa, en este último caso especialmente cuando se hace referencia a animales, ya que en ellos la tirosina es el principal sustrato (Hernández-Valdez, 2009). La Comisión de Enzimas (EC-Enzyme Commission) del Comité de Nomenclatura de la Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular (NC-IUBMB), clasifica a la PPO como EC 1.10.3.1 (Denoya *et al.*, 2012). Generalmente se admite que todos estos términos incluyen las enzimas que tienen la capacidad de oxidar compuestos fenólicos a orto-quinonas. Su nombre sistemático corresponde al de orto-difenol oxígeno oxidoreductasa (Bello-Gutiérrez, 2012).

La polifenoloxidasas, es una proteína que actúa en los compuestos fenólicos, causando su oxidación y polimerización con el consecuente desarrollo de un color café (García y Barrett,



## ANTECEDENTES

---

2002). La característica estructural más importante de estas enzimas es la presencia en su centro activo de dos átomos de cobre. En su entorno se sitúan una serie de aminoácidos hidrofóbicos, con anillos aromáticos, que también son importantes en su actividad, para la unión de los sustratos (Calvo, 2015).

Peroxidasa (POD) es una enzima importante en la conservación de vegetales, ya que se utiliza como índice de calidad en alimentos pre-cocidos congelados. Su correcta inactivación permite incrementar la vida útil preservando características deseables (Pérez, 2014).

Las peroxidasas son un tipo de enzimas muy extendidas en todo el árbol filogenético de la vida. Pertenecen a la categoría de las oxidoreductasas y según el Comité de Nomenclatura de la Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular se clasifican con los números EC 1.11. Prácticamente todas las peroxidasas son hemoproteínas (excepción notable es la glutatona peroxidasa, que es una selenoproteína) y tienen como sustrato común el  $H_2O_2$  o peróxido de hidrógeno. La gran afinidad por este sustrato hace que se pueda unir al hierro del grupo hemo por los dos planos del centro activo, el superior y el inferior, dando lugar a una inhibición por exceso de sustrato, ya que cuando ambas posiciones están ocupadas por el peróxido de hidrógeno no es posible la unión del otro sustrato (Pérez, 2014).

Para que se produzca este pardeamiento es necesario, la presencia de tres componentes: enzima, sustrato y oxígeno. Según Denoya *et al.* (2012), actualmente se puede hacer muy poco con el sustrato oxidable, los métodos hoy en uso tienden a inhibir la enzima o a eliminar el oxígeno y algunas veces se combinan ambos métodos.

### 2.2.1. Tratamiento de inhibición

La actividad de las enzimas polifenoloxidasas presentes en frutas y vegetales puede ser inhibida por calentamiento o por remoción de alguno de sus componentes necesarios:  $O_2$ , enzima,  $Cu^{++}$  o sustrato (Guerrero Beltrán *et al.* 2005; Pilco 2014). Agentes reductores, antioxidantes e inhibidores enzimáticos previene el pardeamiento reduciendo químicamente



## ANTECEDENTES

las ortoquinonas a difenoles coloreados, inhibiendo la actividad de la enzima por disminución del pH, o quelando el  $\text{Cu}^{++2}$  en el alimento (Gasull y Becerra, 2006).

En la tabla 6 se muestran diversos tipos de químicos para el control del pardeamiento. Algunos tipos actúan directamente como inhibidores de PPO, otros propician un medio inadecuado para el desarrollo de la reacción de oscurecimiento, y otros reaccionan con los productos de la reacción de PPO antes de que lleguen a formar los pigmentos oscuros (Aromateca, 2015).

**Tabla 6.** Agentes químicos con acción inhibitoria en el pardeamiento enzimático.

Inhibidor	Efecto	Comentarios	Concentración
Ácido cítrico	Posible doble efecto: baja el pH y quelación al Cu del lugar activo del PPO.	Teóricamente se logra la inhibición del oscurecimiento bajando el pH 2 unidades bajo el pH teórico del PPO.	0.5-2% (p/p)
Ácido ascórbico	Reducción de o-quinonas a difenoles decolorados.	Efecto temporal el ácido ascórbico también se consume. Penetración insuficiente dentro del tejido del alimento.	0.5-1% (p/p)
Ácido Eritórbico	Reducción de o-quinonas a difenoles decolorados.	Se destruye más rápidamente que el ácido ascórbico.	1-1.6% (p/p)

**Fuente:** Aromateca (2015).

Una posible opción de comercializar la pera después de haber sido tratada químicamente contra la oxidación enzimática es su utilización en la elaboración de un licor cremoso es una opción viable, ya que existe otros productos como mermeladas, cristalizados, etc.

### 2.3. Generalidades de licor crema o licor

#### 2.3.1. Definición

El licor es el producto elaborado a base de bebidas alcohólicas destiladas, espíritu neutro, alcohol de calidad o alcohol común o mezcla de ellos; con un contenido no menor de



## ANTECEDENTES

---

1,0% (m/v) de azúcares o azúcares reductores totales y agua; aromatizados y saborizados con procedimientos específicos y que pueden adicionarse de ingredientes, así como aditivos y coadyuvantes permitidos en el Acuerdo (NOM-142-SSA1/SCFI-2014).

Un licor es una bebida alcohólica hecha de un alcohol destilado que ha sido aromatizado con fruta, crema, hierbas, especias, flores o nueces y embotellado con azúcar u otros edulcorantes (tales como jarabe de maíz alto en fructosa). Los licores son típicamente dulces; por lo general no envejecen por mucho tiempo después de que los ingredientes son mezclados, pero puede tener períodos de descanso durante su producción permitir que los sabores se mezclen (Lynch y Mulvihill, 1997).

Los licores cremosos son productos que generalmente contienen crema, sodio caseinato, azúcar, alcohol, sabores, colores y bajo peso molecular tensioactivos en peso (Banks y Muir, 1988; Lynch y Mulvihill, 1997).

Si ahondamos en los orígenes de los licores de crema, en la historia de su existencia, nos encontraremos básicamente con dos teorías predominantes. Una primera se retrotrae varios siglos atrás hasta viajar a una primitiva Escocia, una tierra en la que el whisky tan común se mezclaba con crema de leche y otra serie de ingredientes con un fin claro: rebajar el grado de alcohol y camuflar bajo el dulzor su fuerte sabor. La otra es más contemporánea y nos lleva no demasiado lejos de Escocia, a Irlanda, donde la compañía Baileys habría encontrado la forma de combinar eficazmente crema y alcohol, básicamente whisky irlandés, para su comercialización. Esto sucedió alrededor de la pasada década de los setenta (Banks y Muir, 1988).

Varios espesantes de grado alimenticio se pueden agregar para contribuir a la sensación en la boca de los licores de crema (Banks *et al.*, 1981). La composición de los licores puede ser variada, dependiendo de los componentes de elaboración.



### 2.3.2. Composición de licor

La fórmula que siguen los irlandeses, y la que se ha asentado de forma general en el sector, comienza con una disolución en agua a alta temperatura de caseinato de sodio, una sustancia conseguida a partir de la precipitación de las caseínas de la leche. A continuación, a esta sustancia emulsionante se añade una disolución de azúcar y crema, se remueve todo consiguiendo una mezcla homogénea y al resultado se le añade el alcohol neutro o el whisky irlandés, en el caso de Baileys. El toque final viene dado, según la receta de cada productor, por colorantes y saborizantes naturales. En la Tabla 7 se muestra la composición química más utilizada para los licores cremosos finos.

**Tabla 7.** Composición del licor cremoso.

Componente	%(m/m)
Citrato de trisodio	0.15
Caseinato de sodio	2.40
Crema	25.00
GMS (Monoestearato de glicerol)	0.35
Almidón modificado	3.50
Sacarosa	19.00
Alcohol	12.70
Agua	36.90

**Fuente:** Formulación adaptada de Power (1996) y Lynch y Mulvihill (1997).

Para beber licor de crema, lo mejor es usar hielos y no añadirle nada más. Como un whisky on the rocks, empleamos un vaso bajo y ancho, dejamos caer unos cuantos cubitos hechos con agua de buena calidad, enfriamos el recipiente, eliminamos el agua que haya podido producirse por condensación y vertemos la bebida.



2.3.3. Proceso

Procesos convencionales para la fabricación de una crema estable licor implica la preparación de un caseinato-citrato trisódico mezclado a 85°C (con o sin azúcar). Esto es seguido por la adición de crema con mezcla continua de alta velocidad a 55 °C para dar una base de crema. Los surfactantes LMW generalmente se incorporan en forma fundida en la base de crema. Una gran fuente de variación en el procesamiento de licor de crema es la etapa de adición del alcohol. En la Figura 3 se describe una típica fabricación de licor de crema proceso. En un proceso de fabricación de un paso, el alcohol es agregado a la base de crema antes de que el producto se homogenice. En este caso, una solución de alcohol acuoso (con o sin azúcar) se agrega a la base de crema y se mezcla a fondo. Los colores y sabores generalmente se incorporan en el alcohol (Elsevier, 2016).

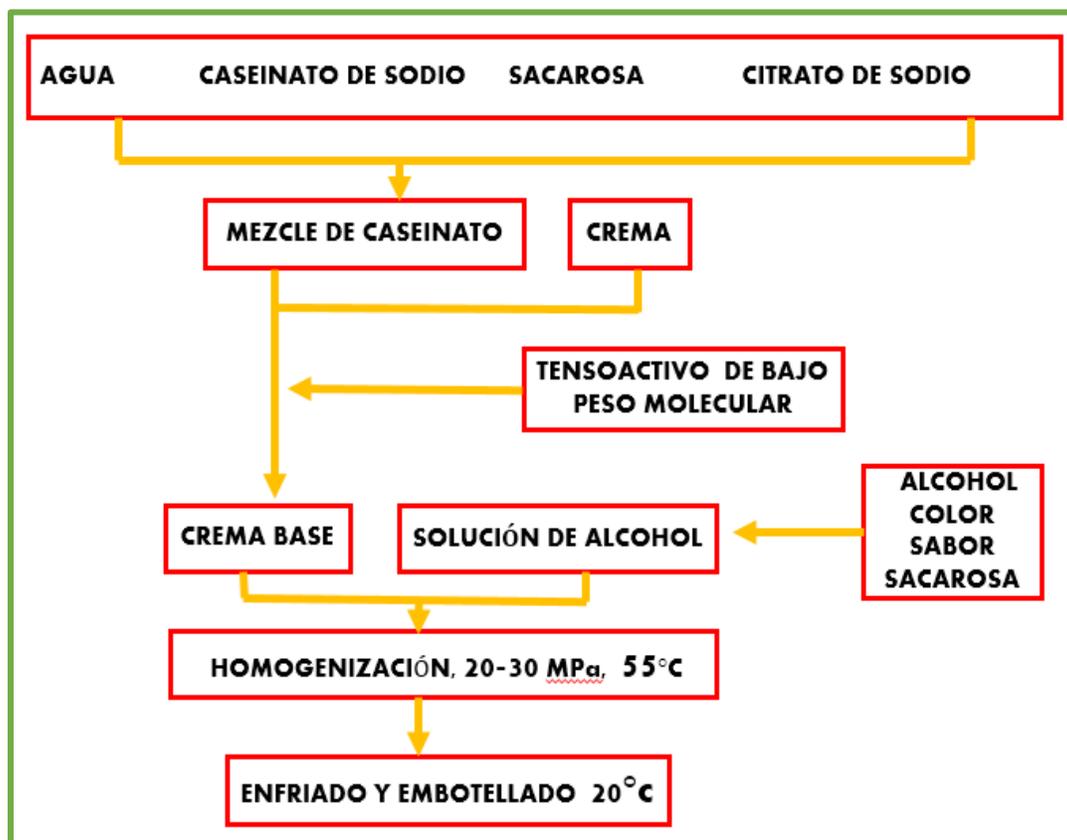


Figura 3. Diagrama de proceso para la elaboración de licor cremoso.



## ANTECEDENTES

---

La pre emulsión combinada normalmente se homogeneiza dos veces a 55 °C a una presión en el rango de 20-30 MPa, para ser enfriado a 20 °C, posteriormente es envasado en botellas opacas para evitar la luz y evitar la oxidación (Elsevier, 2016).

En procesos de fabricación en dos pasos, un concentrado de la base de crema sin alcohol primero se homogeniza, la mezcla se enfría y se agrega una solución de alcohol. El alcohol también se puede agregar como una solución con el azúcar, la combinación de procesos de un paso y de dos pasos también es posible, por lo que la base no alcohólica se homogeneiza por primera vez, y luego se agrega alcohol, el producto se vuelve a homogeneizar. La adición de alcohol a una base de crema antes de la homogeneización da como resultado un licor de crema con gotitas de grasa de diámetros más pequeños, debido a la reducción de la viscosidad y la tensión interfacial durante homogeneización; por lo que los licores resultantes tienen una mayor vida útil (Elsevier, 2016).

La homogeneización es el paso más importante en la fabricación de licores de crema y es necesario para producir una fina emulsión dispersa con estabilidad física a largo plazo. Durante la homogeneización, el tamaño de los glóbulos de grasa disminuye y las transferencias de caseinato de sodio de la fase del suero a la superficie del glóbulo de grasa expuesta para estabilizar el producto. Los fabricantes de licor de crema emplean una alta proporción proteína/grasa en sus productos (0.19-0.21) para asegurar una cobertura eficiente de las gotitas de grasa y para garantizar que se forman pequeñas gotas durante la homogeneización (Elsevier, 2016).

La efectividad de la homogeneización en la reducción del tamaño del glóbulo de grasa depende de la temperatura de alimentación y presión de homogeneización; presiones de homogeneización más altas y las temperaturas de alimentación utilizadas en el procesamiento se afirma que resultan productos más estables (Elsevier, 2016).



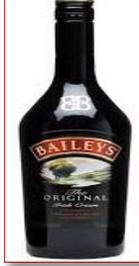
## ANTECEDENTES

### 2.3.4. Clasificación

Existen licores en casi todos los países y tienen mucho que ver con cada cultura, y aunque se obtienen de maneras muy distintas: unos a partir de alcoholes neutros que provienen de vinos, cereales, orujos y tubérculos; otros de aguardientes previamente envejecidos y otros de mezclas de alcoholes con productos naturales, todos están saborizados y aromatizados con flores, hojas, plantas, frutas, especias y frutos secos, y son el resultado de diferentes técnicas de elaboración como la destilación continua o doble, la maceración, la infusión o la crianza en recipientes de madera. Pero la calidad tiene que ver con las propiedades del alcohol, del azúcar, del tipo de materias primas y del proceso de producción (Castellon, 2015).

La Tabla 8 se presenta la clasificación de los licores con relación al contenido de sólidos solubles expresados en sacarosa.

**Tabla 8.** Clasificación de los licores según el contenido de sólidos solubles.

Sólidos solubles totales (°Bx)	1.0 – 4.9	5.0-15.0	15.1-20.0	21.1-30.0
<b>Clasificación</b>	<b>Licor seco</b> 	<b>Licor semisecco</b> 	<b>Licor fino</b> 	<b>Licor crema fino</b> 

**Fuente:** Licores. Especificaciones NC-725, (2009).

Los licores son bebidas exquisitas, con sabores y aromas infinitos que satisfacen el paladar de cada persona. Por su gusto dulce y suave son el acompañamiento ideal de postres, como así también la bebida indicada después de las comidas. También son buenos aperitivos y excelentes ingredientes para cócteles. En la Tabla 9 se presentan los principales licores más consumidos en México, para que usted conozca sus componentes y pueda optar por los mejores (Castellon, 2015).



Comprar licores permite degustar de una bebida deliciosa para disfrutar con su familia, amigos e invitados en todo momento (Castellon, 2015).

**Tabla 9.** Variedades de licores más importantes de licores en México.

Variedad	Descripción
	<p>Baileys es el maridaje perfecto de una fresca crema de leche irlandesa de alta calidad, los mejores licores, whiskey irlandés y una receta patentada con sabor de chocolate. El whiskey es una mezcla triple pot still, que se produce siguiendo una especificación patentada que suministra The Old Midleton Distillery, Co Cork. El azúcar se extrae de la caña de azúcar y de la remolacha. El claro estilo de la receta patentada de Baileys está derivado de una receta patentada exclusiva con extractos de cacao natural, lo que proporciona a Baileys su carácter y esencia de chocolate.</p>
	<p>Licor Ruaviejo de gran tradición en la comunidad gallega, elaborado con distintos tipos de hierbas naturales, previamente seleccionadas y maceradas en aguardiente gallego de primera calidad (30°).</p>
	<p>Kahlúa es un licor de café producido en Estados Unidos y su fama es de alcance mundial. Se realiza en base a café mexicano de la mejor calidad y tiene un color marrón oscuro y un sabor fuerte y único. Su gusto dulce lo hace irresistible. Tiene una graduación alcohólica de 20°, en ediciones especiales de Kahlúa puede tener un mayor contenido de alcohol, como Kahlúa Especial, preparado con café en grano de Arabia y con poca cantidad de azúcar, el cual tiene 35° de graduación.</p>

**Fuente:** Castellon (2015).

### 2.3.5. Importancia económica

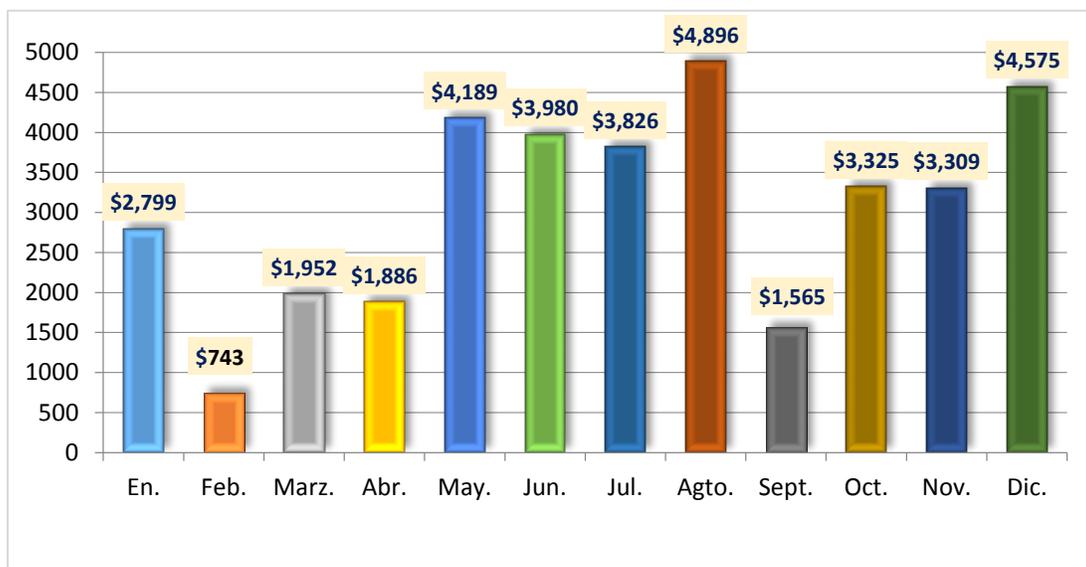
Según la OMS, el consumo de alcohol en México es de 7.2 litros per cápita, casi la mitad de lo que consume Chile con 13,9 litros per cápita y año. Al igual que en América Latina, en México se consume más cerveza, seguido de licores y terminando con vino (Rioja, 2016).



## ANTECEDENTES

En caso de México, Bouyrá informó que 44% del licor es ya consumido por mujeres y de este total el mayor consumo se presenta entre las mujeres de 26 a 35 años donde se registra ya una mayoría de 56% lo que implica que de cada 10 consumidores de licores, 5.6 son mujeres (Cortés, 2016).

En la figura 4, se muestra que el consumo de licor se da durante todo el año, siendo en verano (Junio a Agosto) el mayor consumo.



**Figura 4.** Ventas mensuales en México (2016) de licor en miles de pesos.  
**Fuente: INEGI (2016)**

Debido a que el licor es una bebida alcohólica su vida útil es prolongada, sin embargo, estudios de ella son muy pocos, por lo que sería bueno saber más del tema.

### 2.4. Vida útil de los alimentos

La vida útil (VU) de un alimento se puede definir como el tiempo, después de la producción o empaque, durante el cual el producto mantiene sus características sensoriales, fisicoquímicas, microbiológicas y nutricionales, bajo determinadas condiciones de almacenamiento (Kuntz, 1991).



## ANTECEDENTES

---

Las pruebas de vida útil a tiempo real ofrecen excelentes datos, pero presentan, en algunos casos, el inconveniente del tiempo prolongado para la obtención del resultado. Entre las consecuencias están que el dato obtenido es puntual y se obtiene en un lapso que puede no ser práctico para la empresa (García y Molina, 2008).

Los alimentos son perecederos por naturaleza. Numerosos cambios toman lugar durante su procesamiento y almacenamiento. Las condiciones utilizadas al momento de procesarlos y almacenarlos pueden influenciar adversamente los atributos de calidad (Soto y Yahia, 2000).

Este tiempo depende de factores ambientales a los que el producto esté expuesto y a cuánto de la calidad inicial mantendrá antes de que deje de ser comercializado (Labuza y Schmidl, 1985).

Un estudio de vida útil consiste en realizar una serie de controles preestablecidos en el tiempo, hasta alcanzar el deterioro elegido como limitante (Curia *et al.*, 2005).

Los puntos clave al diseñar un ensayo de vida útil son: el tiempo durante el cual se va a realizar el estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo, y los controles que se van a llevar a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante (Curia *et al.*, 2005).

La vida útil de un alimento es el periodo de tiempo en el que, con unas circunstancias definidas, el producto mantiene unos parámetros de calidad específicos. El concepto de calidad engloba aspectos organolépticos o sensoriales, como el sabor o el olor, nutricionales, como el contenido de nutrientes, o higiénico-sanitarios, relacionados de forma directa con el nivel de seguridad alimentaria. Estos aspectos hacen referencia a los distintos procesos de deterioro: físicos, químicos y microbiológicos, de tal manera que en el momento en el que alguno de los parámetros de calidad se considera inaceptable, el producto habrá llegado al fin de su vida útil. En la actualidad, se han desarrollado nuevas herramientas, como la



## ANTECEDENTES

---

microbiología predictiva, para estudiar la respuesta de crecimiento de microorganismos frente a los factores que afectan al alimento y poder predecir qué ocurrirá durante su almacenamiento (Pelayo, 2016).

La vida útil se determina al someter a estrés el producto, siempre y cuando las condiciones de almacenamiento sean controladas. Se pueden realizar las predicciones de VU mediante utilización de modelos matemáticos (útil para evaluación de crecimiento y muerte microbiana), pruebas en tiempo real (para alimentos frescos de corta vida útil) y pruebas aceleradas (para alimentos con mucha estabilidad) en donde el deterioro es acelerado y posteriormente estos 10 valores son utilizados para realizar predicciones bajo condiciones menos severas (Charm, 2007).

La estimación de la vida útil de un alimento es un requisito fundamental, y esta debe figurar, salvo ciertas excepciones, en la etiqueta de los mismos. Es variada la metodología empleada para estimar la vida útil, algunos de estos métodos pueden parecer un tanto ortodoxos, pero de acuerdo con Labuza y Riboh (1982) suelen ser válidos.

### **2.4.1. Pruebas de vida en tiempo real**

Este tipo de pruebas evalúa el efecto de la temperatura “normal” de conservación sobre las propiedades microbiológicas, físico-químicas y sensoriales de un alimento durante un periodo de tiempo, entendiéndose como temperatura normal aquella que será empleada durante la conservación comercial del producto. Para la determinación de la vida útil de un alimento deberán considerarse las variables microbiológicas, físico-químicas y sensoriales que mayor influencia tendrán sobre la calidad del producto (Restrepo y Montoya, 2010).

### **2.4.2. Pruebas de vida acelerada**

Un estudio acelerado consiste en someter al producto bajo condiciones extremas de almacenamiento, como temperatura, presiones parciales de oxígeno o altos contenidos de



## ANTECEDENTES

---

humedad, que aceleran las velocidades de deterioro del alimento, resultando de esto un período de estudio menor al realizado bajo condiciones reales de almacenamiento (ASTM, 2011).

Esta metodología es de gran utilidad cuando se estudian productos no perecederos, ya que ayudan a reducir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación (Giraldo, 1999), sin embargo, estos estudios se hacen menos factibles para productos no perecederos con una vida útil mayor a tres años (Labuza y Schnidl, 1985).

Estos estudios se realizan sometiendo al alimento a condiciones de almacenamiento que aceleran las reacciones de deterioro, las cuales pueden ser temperatura, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos. El seguimiento del comportamiento del alimento a las temperaturas seleccionadas, se realiza utilizando parámetros fisicoquímicos característicos para cada alimento, coadyuvados por pruebas microbiológicas o sensoriales correspondientes a cada caso. Mediante modelos matemáticos que describan el efecto de la condición seleccionada, se estima la durabilidad en las condiciones normales de almacenamiento (Hernández, 2009).

Esta es la metodología más usada y todavía normalmente se abusa en el diseño y en la interpretación de los resultados. El objetivo es almacenar la combinación final producto/empaque bajo alguna condición desfavorable de prueba, se analiza al producto periódicamente hasta que ocurra el final de su vida útil y entonces se usan estos resultados para proyectar la vida útil del producto bajo verdaderas condiciones de distribución (Hernández, 2009).

La vida de algunos productos y materiales en una prueba con temperatura acelerada se describe adecuadamente con una distribución log normal. De acuerdo con la ley de Arrhenius, la razón de una simple reacción química (R) depende de la temperatura como sigue:

$$K = A \exp\left(-\frac{Ea}{RT}\right)$$



## ANTECEDENTES

---

La constante A se denomina factor de frecuencia o factor pre exponencial;  $E_a$  es la energía de activación; R es la constante universal de los gases (0.001987 kcal mol<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>) y T es la temperatura absoluta en grados Kelvin. Al convertir esta:

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303RT} \quad \text{o} \quad \ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

En teoría si representamos  $\ln k$  con el recíproco de la temperatura absoluta se debería obtener una línea recta, siendo su inclinación (pendiente) la energía de activación dividida por la constante de los gases ( $E_a/R$ ). Las gráficas de  $k$  con  $1/T$  se denominan gráficas de Arrhenius.

Por lo tanto, estudiando la reacción y midiendo la constante  $k$  a dos o tres temperaturas diferentes, se puede extrapolar lo que pasara a una temperatura inferior y predecir la velocidad a esa temperatura. Esta es la base de la vida de anaquel acelerada a temperaturas elevadas.

En el estudio de caducidad otro parámetro utilizado a menudo en la vida de anaquel acelerada, describe la relación entre temperatura y velocidad de reacción es el factor Q10 que se define como (Man, 2004):

$$Q_{10} = \frac{\text{Velocidad de reacción a temperatura } (T + 10)^\circ\text{C}}{\text{Velocidad de reacción a temperatura } T^\circ\text{C}}$$



# Objetivos

Yo no soy un maestro: solo un compañero de viaje al cual has preguntado el camino. Yo te señalé más allá, más allá de mí y de ti mismo.

G. B. Shaw



## OBJETIVOS

---

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general

Realizar una propuesta tecnológica de la pera criolla de Zacatlán de las Manzanas mediante la elaboración de un licor cremoso fino, que permita diversificar su uso y aumentar su consumo.

#### 3.2. Objetivos particulares

##### Objetivo particular 1

Caracterizar y conservar la pulpa de pera criolla de Zacatlán de las Manzanas mediante un pre-tratamiento químico, empleando ácido cítrico y ácido ascórbico con diferentes concentraciones (1.0, 1.5 y 2.0%) que permita inhibir la actividad de la enzima polifenoloxidasa para que ayude a conservar la pulpa congelada hasta su uso tecnológico.

##### Objetivo particular 2

Evaluar la calidad del tequila utilizado en la elaboración de licor cremoso fino a base de pera, mediante sus parámetros químicos (furfural y azúcares) y fisicoquímicos (contenido alcohólico, aldehídos, alcoholes superiores y ésteres) para garantizar que la materia prima cumple con lo establecido en la NOM-142-SSA1/SCFI-2014.

##### Objetivo particular 3

Evaluar tres formulaciones de licor cremoso a base de pera (30, 35 y 40% de pulpa) mediante una prueba sensorial hedónica que permita seleccionar la mejor formulación y caracterizar el más aceptado mediante sus parámetros de calidad (pH, sólidos solubles totales, azúcares directos y totales) que garantice la calidad final del producto.

##### Objetivo particular 4

Determinar la vida de anaquel en el licor cremoso fino a base de pera, evaluando los cambios físicos (color), fisicoquímicos (pH, sólidos solubles y acidez titulable), microbiológicos (hongos, levaduras) y sensoriales, para establecer el tiempo de vida útil del producto.



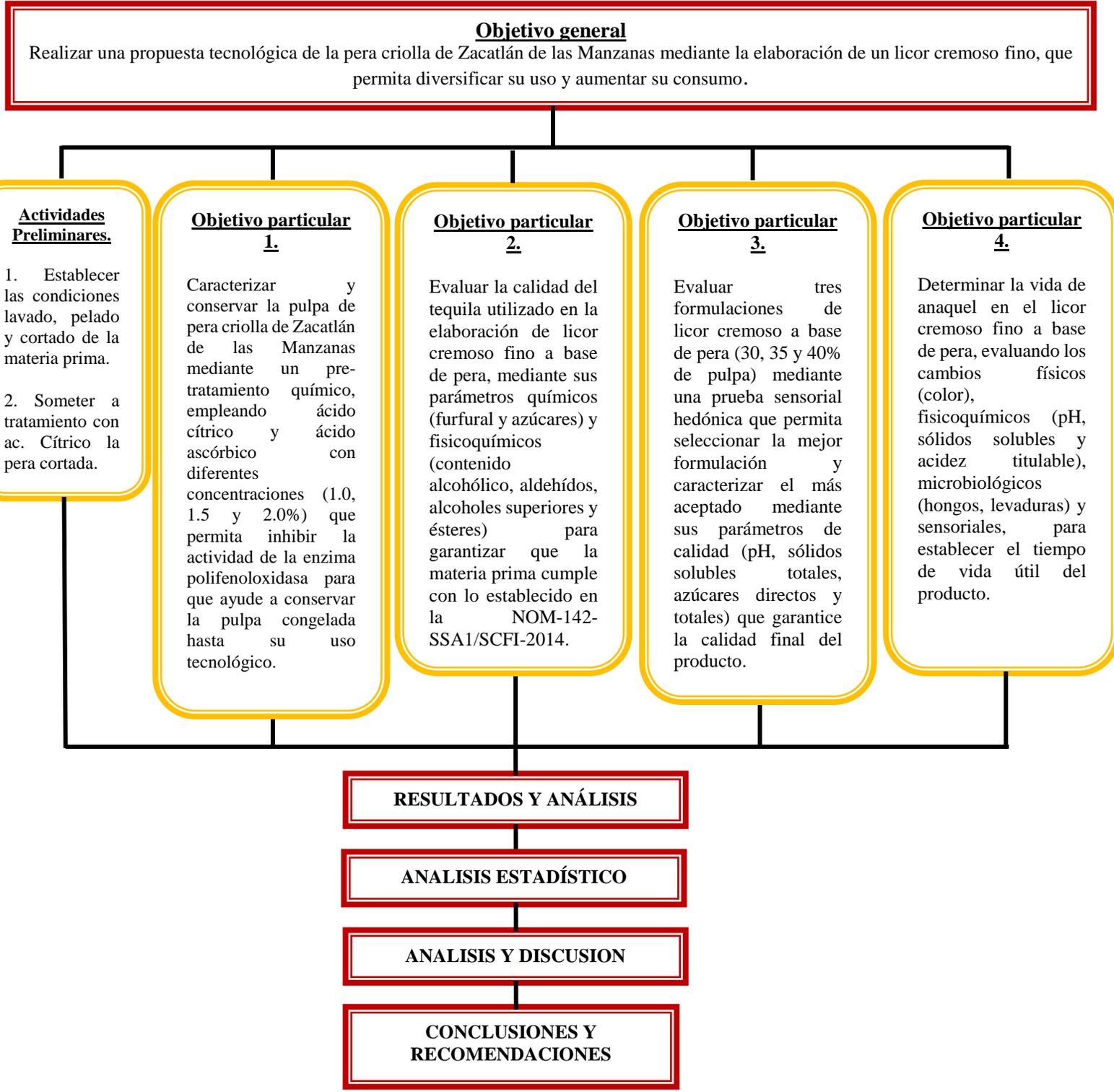
# Materiales y Métodos

"La historia cuenta lo que sucedió; la poesía lo que debía suceder". Aristóteles



4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Cuadro metodológico.





## MATERIALES Y MÉTODOS

---

### 4.2. Material biológico

Las peras utilizadas fueron peras “criollas” en estado de madurez fisiológica maduro (color amarillo y café) con presencia de algunos golpes aparentes fueron adquiridas en cajas de madera de aproximadamente 25 kilos del municipio de Zacatlán de las Manzanas, ubicado en el estado de Puebla.

### 4.3. Caracterización de pera

En la etapa de la caracterización de pera se tomaron en cuenta los parámetros composición química (humedad, ARD, fibra y proteína %) y fisicoquímicas (pH, sólidos solubles totales, acidez y firmeza) este comportamiento es típico de las diferentes variedades de pera, según estudios reportados por la literatura consultada. El conocimiento de las propiedades de la pera permitirá en estudios posteriores establecer las técnicas más adecuadas para su manejo y conservación durante el periodo almacenamiento, facilitando a la vez disponer de una mayor cantidad de producto de buena calidad.

### 4.4. Pre-tratamiento pera

Para el tratamiento de la pera, los frutos fueron lavados, pelados y rebanados, se adicionaron dos compuestos inhibidores de pardeamiento enzimático, los que se emplearon en distintas concentraciones, en forma independiente. El ácido ascórbico (AA), (Ingredion, México), se utilizó en concentraciones de 1, 1.5 y 2 % p/v; ácido cítrico (AC), (Ingredion, México) en concentraciones de 1, 1.5 y 2% p/v. Los compuestos se solubilizaron en agua potable a 10°C.

El control del pardeamiento enzimático se determinó evaluando la actividad de la enzima polifenoloxidasas (PPO), la cual se determinó por el método espectrofotométrico basados en la formación de compuestos coloreados que ocurre durante la reacción con el hidrógeno y el sustrato donador. Después de ser tratadas las peras con los compuestos inhibidores antes mencionados se evaluaron las actividades de la PPO.



## MATERIALES Y MÉTODOS

La extracción se llevó a cabo colocando 1.45 mL de buffer fosfatos 10mM con 0.07M de dopamina hidroclicada y material biológico (pera) 100  $\mu$ L del extracto crudo, posteriormente se centrifugó a 12 000 rpm por 15 minutos a temperatura ambiente, la actividad enzimática se leyó en un espectrofotómetro (Shimadzu UV-1601) a 420nm y se determinó la cantidad de enzima en la muestra, para expresar el resultado en mg de PPO/ g de muestra (Clavijo *et al.*, 2012). Los resultados se expresaron como  $\Delta$ Absorbancia / mg proteína\*min\*mL.

### 4.5. Selección de la formulación para elaboración de un licor cremoso.

Las diferentes formulaciones para la elaboración de licor cremoso fino se presentan en la Tabla 10 de acuerdo a la formulación adaptada que propone Muir *et al.* (1985).

**Tabla 10.** Formulación del licor cremoso fino a base de pera.

INGREDIENTES	L1 (%)	L2 (%)	L3 (%)
<b>Pulpa Pera</b>	<b>30.0</b>	<b>35.0</b>	<b>40.0</b>
<b>Crema de leche</b>	7.0	7.0	7.0
<b>Etanol ( tequila)</b>	13.0	13.0	13.0
<b>Leche</b>	34.6	34.6	34.6
<b>Goma Xantana</b>	0.2	0.2	0.2
<b>Azúcar</b>	15.0	10.0	5.0
<b>Fosfato disódico</b>	0.01	0.01	0.01
<b>Emulsificante</b>	0.2	0.2	0.2
<b>Total</b>	100.0	100.0	100.0

**Fuente:** Muir *et al.* (1985).

#### 4.5.1. Proceso de elaboración

Para la elaboración del licor, se llevó a cabo de acuerdo al diagrama de proceso que se muestra en la Figura 5 (Se tomó como base Muir *et al.*1985).

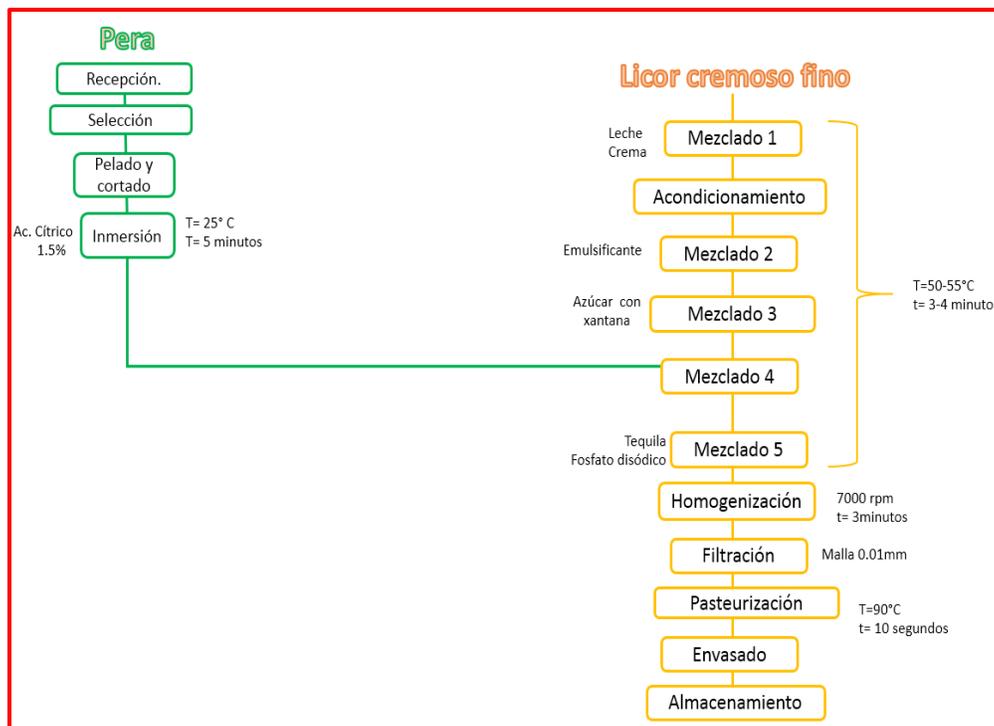


Figura 5. Diagrama de proceso para la elaboración de licor cremoso fino a base de pera.

- **Recepción de materia prima:** Una recepción de la pera se realizó, eliminando los frutos que presentaron daños por pudrición y enfermedades de manera visible; y se mantuvieron en refrigeración hasta el inicio de su procesamiento.
- **Selección:** Se procedió a la selección, es decir, a separar el material que presentaron daños por pudrición o presencia de enfermedades, del material con adecuada calidad para proceso; es decir frutos maduros, sin daños mecánicos, y eliminando restos de hojas o material vegetal.
- **Lavado:** Una vez seleccionado los frutos maduros se procedió a un lavado con agua corriente y solución de hipoclorito, removiendo cualquier materia ajena al fruto.
- **Pelado:** Consistió en la remoción de la piel de la pera. Esta operación se realizó por medios físicos como el uso de cuchillos.



## MATERIALES Y MÉTODOS

---

- **Cortado:** Rebanadas de aproximadamente 5 cm de largo por 2 cm de ancho se cortaron para reducción del tamaño del fruto.
- **Pre-tratamiento de control de pardeamiento enzimático.** Las rebanadas de pera se colocaron en inmersión en una solución de ácido cítrico con una concentración de 1.5% durante 1 minuto. Posteriormente se eliminó el exceso de agua y se procedió a colocarlo en bolsas de plásticos cada uno con un peso de 400 g a 450 g, y posterior a eso su congelación a -20 °C.
- **Mezclado 1:** La leche y crema se colocó en un recipiente apto para soportar altas temperaturas.
- **Acondicionamiento:** Teniendo la mezcla de leche y crema en estado líquido en un recipiente con capacidad de 2 litros se procedió a la adición de los siguientes ingredientes
- **Mezclado 2:** El emulsificante se añadió con agitación constante.
- **Mezclado 3:** El azúcar se añadió con la xantana con agitación constante para evitar grumos.
- **Mezclado 4:** La pera se mezcló previamente licuada.
- **Mezclado 5:** El tequila y fosfatodisódico se añadieron con agitación constante.
- **Homogenización:** Después de hechas estas mezclas se procedió a homogenizar en un equipo de 2 kilos de capacidad, para disipar y minimizar la formación de coágulos o glóbulos grasos que pudieran alterar el producto final. El propósito de la homogenización es desintegrar y dividir finamente los glóbulos de grasa en la leche y así conseguir un producto uniforme, evitando que la grasa se separe del resto de los



## MATERIALES Y MÉTODOS

---

componentes y ascienda hacia la superficie por su menor peso, lo que provocará romper los glóbulos de grasa que se dividen en otros de menor diámetro.

- **Filtrado:** Luego de obtener cada tratamiento ya homogenizado, se procedió a filtrar para minimizar presencia de gránulos o masas indeseadas en el licor cremoso fino a base de pera. Eso se realizó con ayuda de una coladera con aberturas de 0.01mm.
- **Pasteurizado:** El jugo envasado se colocó en un recipiente con agua a 90°C durante 10 segundos, enseguida se cerró completamente la tapa de la botella y se aplicó un choque térmico con agua a 0°C durante 3 minutos.
- **Envasado:** En botellas de vidrio de 355 mL con cierre al vacío previamente esterilizado se colocó el licor cremoso fino a base de pera con ayuda de un embudo, ya previamente pasteurizado.
- **Almacenamiento:** Una vez verificada la presencia de vacío en la botella se conservó el licor cremoso fino a base de pera en refrigeración a una temperatura de 4 °C.

### 4.6. Caracterización del tequila

Para la elaboración del licor de pera se utilizó tequila marca Campo azul, por lo que se evaluaron los parámetros de calidad de acuerdo a la norma NOM-142-SSA1/SCFI-2014.

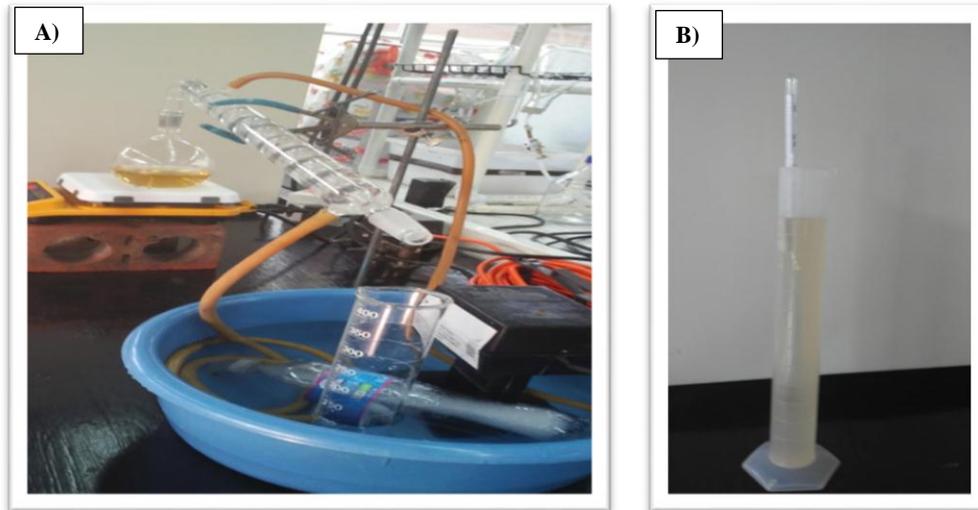
#### 4.6.1. Parámetros químicos y fisicoquímicos

**Contenido alcohólico (% Alc. Vol.).** El contenido alcohólico es la cantidad de alcohol etílico en 100 volúmenes de una mezcla alcohólica. Esta determinación está basada en la medición del contenido alcohólico a una temperatura estable en una mezcla hidroalcohólica, a través de un alcoholímetro y de un termómetro (NMX-V-013-NORMEX-2005).



## MATERIALES Y MÉTODOS

Una destilación se realizó a una muestra de 500 mL de tequila y se le adicionaron 150 mL de agua y se agregaron 20 mL de agua en el matraz de recepción del destilado, a una temperatura de la parrilla de 250 °C. Al destilado obtenido se le hizo la lectura directa del contenido de alcohol. Expresándose los resultados en % de alcohol a 20 °C (Figura 6).



**Figura 6.** Material y equipo para la determinación del contenido alcohólico en donde: A) Equipo de destilación y B) Alcoholímetro para la medición del porcentaje de alcohol.

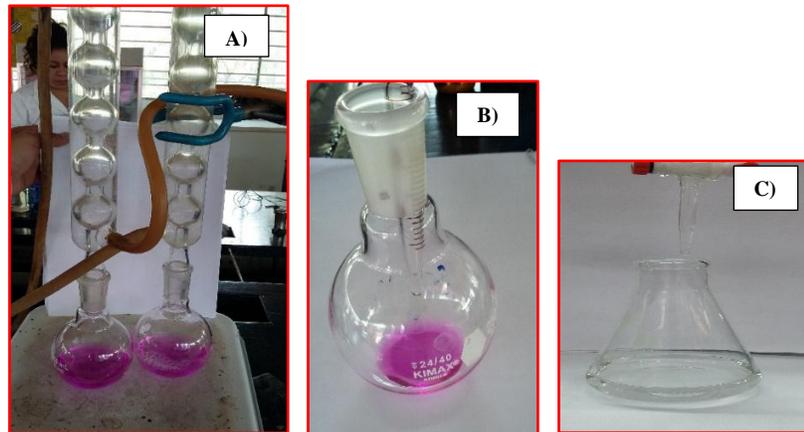
**Ésteres.** La técnica se basa en la titulación de neutralización con solución de ácido clorhídrico al hidróxido de sodio adicionado a un volumen de muestra después de una saponificación (NMX-V-005-NORMEX-2005).

La determinación de ésteres se llevó a cabo mediante una titulación, en donde se tomaron 50 mL de destilado, usando fenolftaleína como indicador se neutralizó con NaOH (0.1 N), posteriormente se agregó un exceso de 5 mL de NaOH (0.1 N). Con la ayuda de condensadores se puso en ebullición por 2 horas, transcurrido el tiempo se enfrió y se atemperó por 15 minutos. Posteriormente se tituló con HCl (0.1 N). Se hizo el mismo tratamiento para el blanco con 50 mL de agua destilada. Expresándose los resultados en mg de acetato de etilo/100 mL de alcohol anhidro (Figura 7).



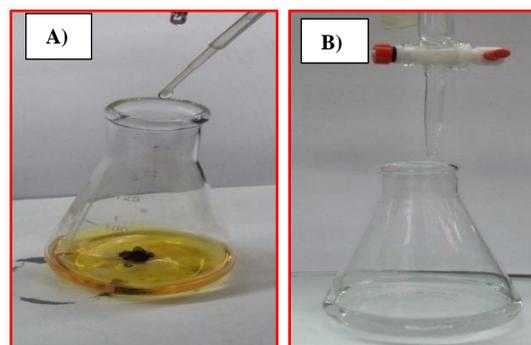
## MATERIALES Y MÉTODOS

**Aldehídos.** La técnica se basa en el aprovechamiento de la reactividad química del grupo carbonilo del acetaldehído para combinarse fácilmente con un exceso de agentes sulfatados y formar el ácido etanol sulfúrico, el contenido de aldehídos se determina por el procedimiento indirecto de bisulfito de sodio, el cual se valora mediante una titulación del exceso de yodo con bisulfito de sodio (NMX-V-005- NORMEX-2005).



**Figura 7.** Determinación de ésteres: **A)** Ebullición de las muestras, **B)** Muestra antes de la titulación, **C)** Muestra después de la titulación.

La determinación de aldehídos en los destilados, se llevó a cabo mediante una titulación, donde se tomaron 10 mL de muestra, se le agregaron 10 mL de agua y 2 mL de bisulfito de sodio 0.05N. Después de media hora se le agregaron 2.5 mL de yodo y se tituló con tiosulfato de sodio, usando como indicador 5 gotas de almidón. Expresándose los resultados en mg de acetaldehído/100 mL de alcohol anhidro (a.a) (Figura 8).



**Figura 8.** Determinación de aldehídos: **A)** Antes de la titulación  
**B)** Después de la titulación.



## MATERIALES Y MÉTODOS

**Alcoholes superiores.** Esta técnica determina los alcoholes superiores de 4 carbonos en adelante (es decir superiores al propílico) y el fundamento se basa en la coloración producida cuando se somete a los alcoholes superiores al calor y a la presencia de ácido sulfúrico concentrado, la reacción se sensibiliza con la adición del p-dimetilamino benzaldehído. El color producido se lee en el espectrofotómetro a 453 nm (NMX-V-005-NORMEX-2005).

El método para la determinación de alcoholes superiores fue por vía húmeda, realizando la curva patrón a diferentes concentraciones, para lo cual se prepararon soluciones estándar a partir de una solución madre de aceite de fusel (0.1 % m/v). Se preparó aparte la muestra diluyendo 200  $\mu\text{L}$  y completando a 4000  $\mu\text{L}$  de volumen total con agua destilada, de esta solución se tomaron 500  $\mu\text{L}$  de muestra y se pusieron en tubos, se preparó un blanco con 500  $\mu\text{L}$  de agua. Se adicionaron tanto a la curva patrón, como a la muestra y al blanco 250  $\mu\text{L}$  p-dimetilamino benzaldehído, 2.5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , se pusieron en agua hirviendo por 30 minutos, se dejó enfriar en agua con hielo por 5 minutos y se atempero por 10 minutos. Una vez atemperadas se midió la absorbancia a 453 nm en un espectrofotómetro (marca Genesys 10). Expresándose los resultados en mg de aceite de fusel/100 mL de alcohol anhidro (Figura 9).



**Figura 9.** Determinación de alcoholes superiores:  
A) Curva patrón B) Muestras.

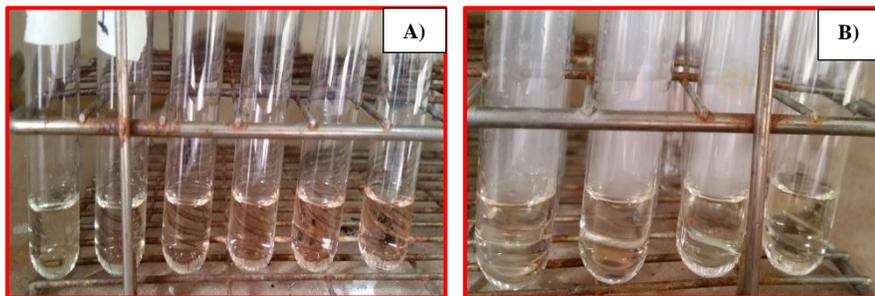
**Furfural.** El fundamento de la técnica se basa en la determinación colorimétrica de compuesto colorido que se forma al hacer reaccionar el furfural que contenga la bebida alcohólica destilada con anilina, en presencia de ácido (NMX-V-004-NORMEX-2005).

Para realizar la determinación fue necesario elaborar una curva patrón a diferentes concentraciones de furfural, para lo cual se prepararon soluciones estándar de furfural a partir



## MATERIALES Y MÉTODOS

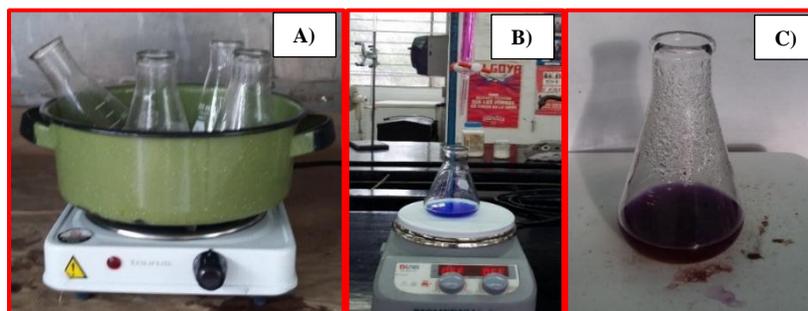
de una solución madre a una concentración de 0.1 mg/mL (Figura 10). La muestra se preparó diluyendo 1 mL de destilado y completando a 5 mL de volumen total con etanol al 50% y se preparó un blanco con etanol al 50%, se adicionaron tanto a la curva patrón, como a la muestra y al blanco, 100  $\mu$ L de anilina y 50  $\mu$ L de HCl. Una vez transcurridos 30 minutos se midió la absorbancia a 516 nm en un espectrofotómetro (marca Genesys 10). Expresándose los resultados en mg de furfural/100 mL de alcohol anhidro (a.a)



**Figura 10.** Tubos de ensayo para la determinación de furfural en donde: A) Curva patrón e B) Muestras.

**Azúcares reductores directos y totales:** Se basa en la propiedad que tienen los monosacáridos y otras sustancias presentes en el azúcar crudo, de reducir los compuestos del cobre, del estado cúprico al estado cuproso.

Cuando esta reducción se lleva a cabo en medio alcalino y condiciones controladas (Figura 11), la cantidad de cobre reducida es proporcional a la cantidad de sustancias reductoras presentes (NMX-F-302-1985).



**Figura 11.** Determinación de azúcares reductores totales: A) Baño en agua a 70°C B) Muestra antes de la titulación C) Muestra después de la titulación.



### 4.7. Evaluación de la vida útil del licor

La vida útil de un alimento se define como el periodo de tiempo durante el cual resulta deseable el consumo de un producto alimenticio elaborado bajo ciertas condiciones, conservando sus características químicas, físicas, microbiológicas, funcionales y sensoriales. Se expresa en este término el tiempo que tarda la calidad de un alimento en alcanzar niveles considerados inaceptables para su consumo Bello (2000).

Esta evaluación se llevó por medio de una prueba de vida de anaquel acelerada en donde los licores fueron almacenados a tres diferentes temperaturas (25, 35 y 45°C) durante 35 días y se le evaluaron cada 7 días parámetros de calidad (pH, acidez titulable, luminosidad, croma y tono), microbiológicos (mohos y levaduras) y sensoriales (color, olor, sabor y textura). Para el cálculo del tiempo de la vida útil se utilizó la siguiente secuencia de cálculo (Curia *et al.*, 2005; Labuza, 1986).

Para el cálculo del factor  $E_a$  es necesario aplicar la ecuación (a), la cual describe la influencia de la temperatura sobre la energía de activación de deterioro del producto.

$$E_a = m \times R \dots\dots\dots (a)$$

### 4.8. Técnicas analíticas

#### 4.8.1. Parámetros de calidad

##### 4.8.1.1 pH

La determinación se basa en la actividad de los iones hidrógeno (H<sup>+</sup>) medidos en un potenciómetro usando un electrodo de vidrio y otro de referencia. La fuerza motriz producida



## MATERIALES Y MÉTODOS

---

por el sistema de electrodos es proporcional al pH de la solución problema (González-Olmos y Guzmán-Morfín, 2011).

Un potenciómetro digital (marca HANNA modelo HI 208) se empleó para realizar las mediciones. Una vez ajustado el instrumento con las soluciones patrón de pH conocido, se procedió a sumergir el electrodo en la muestra de licor (la preparación de la muestra consistió en la suspensión de 10 mL del licor en 90 mL de agua destilada. Se tomó una alícuota de 10 mL de la suspensión filtrada), se obtiene una lectura directa de pH. Se realizaron cinco determinaciones del licor por día de muestreo.

### 4.8.1.2. Acidez titulable total

De acuerdo con Canales (1999), la determinación de acidez titulable es un método en el cual se agrega un volumen de solución estandarizada a una solución desconocida para determinar el título de algún componente de dicho problema.

La preparación de la muestra consistió en la suspensión de 10 mL del licor en 90 mL de agua destilada. Se tomó una alícuota de 10 mL de la suspensión filtrada para su valoración con NaOH 0.1N, utilizando fenolftaleína como indicador.

### 4.8.1.3. Sólidos solubles

La determinación de sólidos solubles fue directamente mediante un refractómetro digital (marca Atago PAL-BX/RI) a 20°C. Los sólidos solubles son el porcentaje de sólidos disueltos en un producto derivado de las frutas o de un líquido azucarado. El equipo se fundamenta en el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos en el límite de separación de dos medios, en los cuales es distinta la velocidad de propagación (NMX-F-103-1982).

La medición se hizo colocando una gota del licor cremoso fino, sobre el refractómetro previamente calibrado, la lectura del contenido de sólidos solubles expresados en °Brix se leyó directamente de la pantalla del equipo.



### 4.8.1.4. Color

El color se obtuvo por medio de un colorímetro (Konica Minolta CR-410C) por el sistema Hunter Lab que representa la cromaticidad en coordenadas rectangulares. En donde se obtiene 3 valores, “a” que va de verde (valores negativos) a rojo (valores positivos), “b” que van del azul al amarillo y “L” que representa la luminosidad desde la reflexión nula con  $L=0$  a reflexión difusa con  $L=100$  (MetAs y Metrólogos Asociados, 2009), obteniendo partir de estos valores el croma y el tono. Se colocaron 20 mL de licor totalmente homogéneo en una caja petri, la lectura se realizó en 3 puntos distintos de la caja por 3 repeticiones iguales.

### 4.8.2. Parámetros microbiológicos

#### 4.8.2.1. Mohos y levaduras

El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH de 3.5 e incubado a una temperatura de  $25\pm 1$  °C por un tiempo de 3 a 5 días dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos (NOM-111-SSA1-1994).

#### 4.8.3. Evaluación sensorial

Estas pruebas permiten evaluar la preferencia entre dos o más muestras a un grupo de personas entrenadas o no (ENAC, 2003). Los parámetros cualitativos del licor cremoso fino a base de pera que se evaluaron son: color, olor, sabor y textura, con una escala predeterminada con el formato que se muestra en la figura 12.



**Escala Hedónica Estructurada**

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Frente a usted se encuentran 3 diferentes bebidas de Licor Cremoso a base de **Pera**, por favor describe su reacción para cada uno de los atributos, donde 5 representa el valor más alto de aceptación y 0 el valor de rechazo total.

Muestra	Color	Olor a alcohol	Sabor a pera	Textura cremosa	Sabor a alcohol
2723					
1223					
3745					

Observaciones: \_\_\_\_\_

**Figura 12.** Formato de análisis sensorial.

#### 4.9. Tratamiento estadístico

Los resultados se analizaron con un paquete estadístico IBM SPSS STATICS versión 20, donde se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias, mediante pruebas de rango multiple (Tukey y Duncan) aplicando un nivel de significancia del  $p \leq 0.05\%$ , para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos.



# Resultados y Discusión

"Son tus decisiones y no tus condiciones lo que determina tu destino."

- Hipócrates



5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Caracterización de la pera criolla

La pera tiene diversas propiedades medicinales gracias a la composición química que presenta (SAGARPA, 2017), de ahí uno de los objetivos para aprovecharla de forma industrial.

A continuación, en la tabla 11 se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de la pera criolla de Zacatlán de las Manzanas, Puebla.

**Tabla 11.** Caracterización de la pera criolla de Zacatlán de las manzanas.

COMPOSICIÓN QUÍMICA					
	Humedad (%)	ARD (%)	ART (%)	Fibra (%)	Proteína (%)
$\bar{x}$	83.14± 0.61	4.79±0.02	2.55±0.05	1.25±0.04	0.52±0.01
FISICOQUÍMICAS			FÍSICAS		
	pH	°Brix	Acidez	Firmeza (N/cm <sup>2</sup> )	
$\bar{x}$	4.17 ± 0.005	8.6 ± 1.52	0.13±0.005	49.70 ± 0.02	

De acuerdo a los resultados obtenidos se observó que coincide con lo que reporta bibliográficamente INFOGRAFO (2014). Sin embargo, la pera debido a la composición que presenta es susceptible a la oxidación debido a reacciones químicas enzimáticas, viéndose comprometidos su valor nutrimental, así como sus características organolépticas, es por ello la importancia de buscar un control para conservar el fruto.



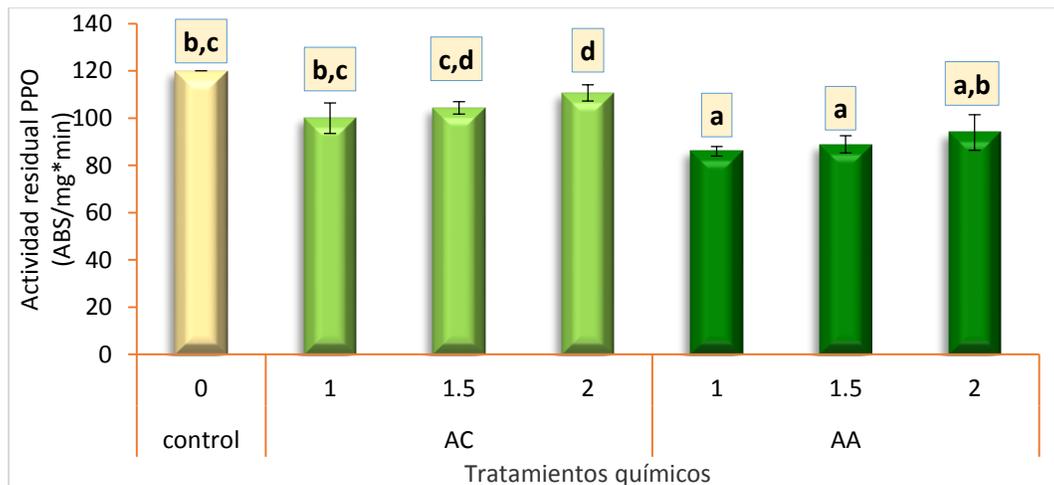
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.2. Aplicación de tratamiento de acondicionamiento para el control de pardeamiento en pulpa de pera

Las frutas listas para consumir son susceptibles al pardeamiento debido a la oxidación mediada por la acción de la enzima PPO lo que representa una limitación a la aceptación visual que indica una necesidad para su control durante el procesamiento, por lo que las rebanadas de pera fueron tratadas con diferentes concentraciones de antioxidantes para evitar esta reacción no deseada (Artes *et al.*, 2012).

En la figura 13 se observa la actividad enzimática de los tratamientos de ácido ascórbico y ácido cítrico. El pardeamiento oxidativo de las polifenoloxidasas (PPO) que son enzimas del grupo de las oxido reductasas, se encuentran en las plantas y son las responsables de las reacciones de pardeamiento enzimático que ocurren durante el almacenamiento y manipulación de frutas y vegetales (Gasull y Becerra, 2006).

La actividad residual de la enzima PPO en la pera tratada con antioxidantes (ácido ascórbico y ácido cítrico) presentaron un promedio de 28.71 % menor actividad que el control, las concentraciones de 1 y 1.5 % de ácido ascórbico registraron una actividad de 28.71 y 24.51 %, respectivamente.



**Figura 13.** Actividad residual de la enzima Polifenoloxidasa (PPO) de la pera criolla sometida a tratamientos químicos. AC= ácido cítrico AA= ácido ascórbico



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

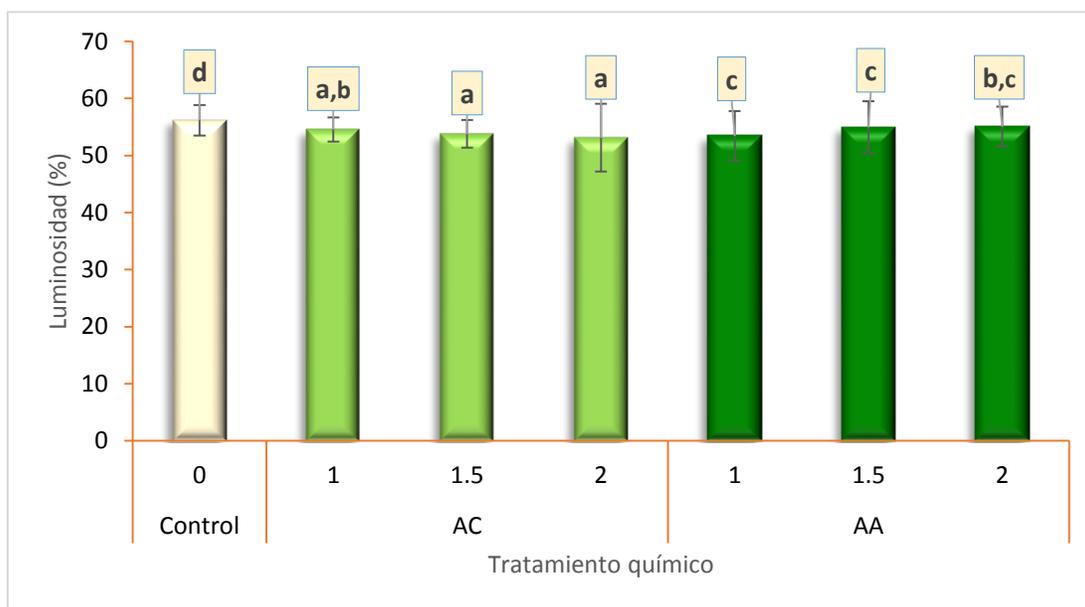
---

Las concentraciones de ácido ascórbico al 1 y 1.5 % no presentaron diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) entre sí, pero si diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) con la concentración de ácido cítrico al 2 %, siendo similar este comportamiento a lo que reporta Pérez (2015), donde no se encontró diferencia en la actividad de la PPO de pera 'Blanquilla' al inicio del tratamiento químico. En este caso lo que ocurre es que la reacción de formación de las quinonas es revertida de forma instantánea resultando productos incoloros (compuestos fenólicos). Lo que hace que el ácido ascórbico sea el mejor para reducir la oxidación enzimática (Badui, 2006).

- **Luminosidad**

El color de un fruto es de gran importancia y constituye un factor decisivo en la compra por parte de los consumidores en especial cuando van en envases transparentes, ya sean de cristal o plástico (Conesa *et al.*, 2006). En la industria alimenticia un parámetro organoléptico de gran importancia en la calidad es el color, y entre ellos se encuentra la luminosidad o brillo que es la cantidad de luz emitida o reflejada por un objeto. Un color que presenta el 100 % de saturación tendrá su máxima pureza con un 100% de luminosidad, y con una luminosidad del 0 % este será negro absoluto (Selva, 2011).

En la figura 14 se observa que la luminosidad en las rebanadas de pera control tuvo 9 % mayor luminosidad con respecto a las rebanadas de pera tratadas con ácido cítrico al 1.5 %, lo cual demuestra que si hay diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en la luminosidad de las rebanadas de pera evaluadas. Los tratamientos de ácido cítrico muestran una menor luminosidad que las tratadas con ácido ascórbico.



**Figura 14.** Luminosidad en rebanadas de pera sometidas a un tratamiento químico de AC=ácido cítrico y AA=ácido ascórbico.

- **Croma**

El croma ( $C^*$ ) o saturación se refiere a la pureza cromática de un color respecto al gris; es decir, a medida que un color se satura, más puro es y menos gris posee (Valero, 2011; Chuchuca, 2012).

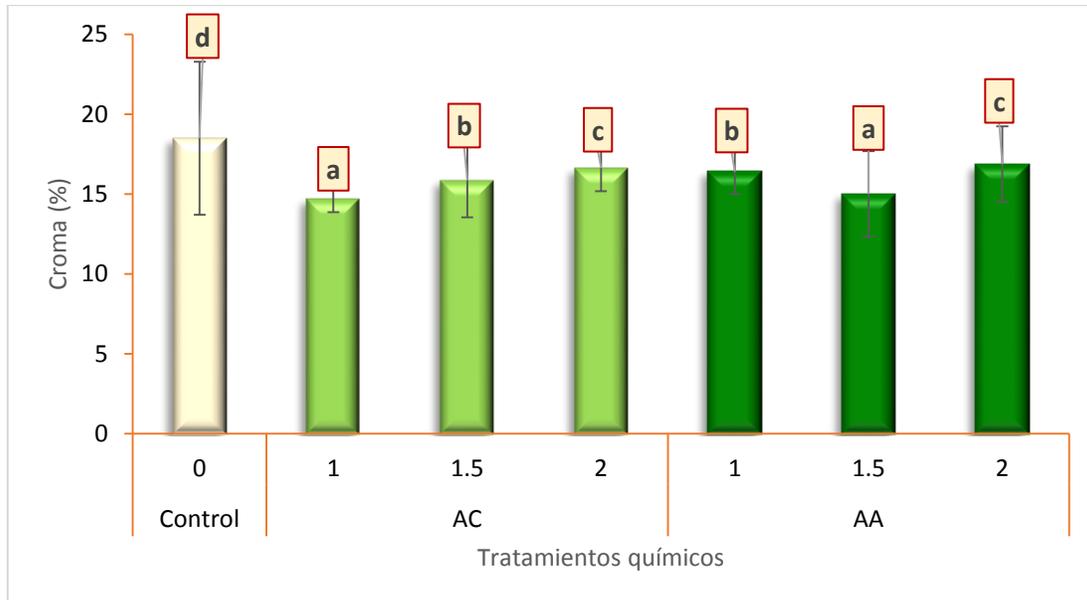
En la Figura 15 se muestran los resultados obtenidos de las rebanadas de la pera control contra los resultados cuando estas son sometidas a un tratamiento químico de ácido cítrico y ascórbico, se observa que las rebanadas de la pera control muestran diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) siendo 31.94% más que las adicionadas con ácido cítrico y ascórbico al 1.0 1.5 y 2 %, las rebanadas de pera con tratamiento al 1% de ácido ascórbico mostraron diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) presentando 23 % más en el croma, las rebanadas con tratamiento de ácido cítrico del 2% presentaron 16.54 % menos croma con respecto al tratamiento control.

De acuerdo a lo que reporta Conesa et al. (2006), las rebanadas de pera tratadas con ácido cítrico y cloruro de calcio presentaron mayor croma en comparación con los resultados que se observaron con el ácido cítrico y ascórbico, el autor reporta valores de croma de hasta 40



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

unidades obtenidos con tratamientos de ácido cítrico y ácido ascórbico, si se comparan los resultados obtenidos en este parámetro, dichos resultados se encuentran entre los obtenidos, por su parte Aguayo *et al.* (2001) reportó valores 30 % más altos que los experimentales, esto es debido a la sinergia del ácido ascórbico y cloruro de calcio cuando son aplicados en rebanadas de pera.



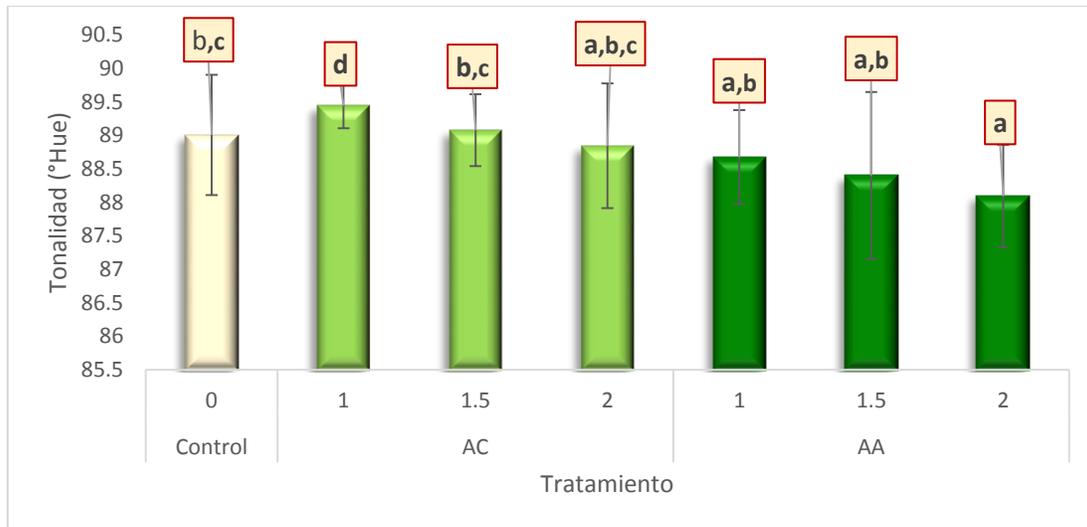
**Figura 15.** Cromaticidad de rebanadas de pera sometidas a un tratamiento químico de AC=ácido cítrico y AA=ácido ascórbico.

- **Tonalidad**

Las rebanadas de pera control (Figura 16) presentaron diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) cuando se aplicó una concentración de ácido ascórbico al 1.0% presentado valor menor con respecto al control, concentraciones del 1.5 y 2 % no existió diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ). En el caso del ácido cítrico la concentración que presentó menor  $\text{°Hue}$  fue al 2 % con respecto al control existiendo diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), se observó que los resultados obtenidos cuando se compara el control, con la mayoría de los tratamientos de Ac. Cítrico y Ac. Ascórbico no mostraron diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) entre sí.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN



**Figura 16.** Tonalidad de rebanadas de pera sometidas a un tratamiento químico de AC=ácido cítrico y AA=ácido ascórbico.

Los resultados obtenidos son similares a los que reporta Salazar (2013), resultando que al adicionar ácido ascórbico al 2 % obtiene 85.3 °Hue en rebanadas de manzana, siendo sólo 4.5% mayores los resultados obtenidos en la experimentación realizada; mientras que los resultados arrojados por Undurraga *et al.*, (2007) son similares a los obtenidos en los gajos tratados con ácido cítrico al 1 %.

El tono es un parámetro muy importante al elegir el tipo de fruto que se desee tratar o recubrir, ya que puede afectar las características visuales de la superficie del producto, como se observó las rebanadas de pera al ser adicionados con el ácido cítrico y ácido ascórbico no hubo presencia de color marrón, debido a que si se pudo inhibir la PPO; debido a los valores tan altos de luminosidad, este parámetro no se percibió de manera visual y por ende no interferirá con el color característico de las pera a recubrir.

### 5.3. Caracterización de materia prima (Tequila)

En las bebidas alcohólicas además del etanol pueden encontrarse aldehídos, ésteres y otros alcoholes que producen efectos tóxicos más agudos a concentraciones mucho más altas y que forman parte del buqué de éstas. Ocasionalmente, por violar las buenas prácticas de



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

producción, pueden pasar a los productos terminados cantidades de estas sustancias que resultan peligrosas para la salud de los consumidores. Por ejemplo, para la detección y cuantificación de los componentes mayoritarios de los rones se utiliza una mezcla patrón de: acetaldehído, acetato de etilo, metanol, n-propanol, isobutanol e isoamílico como estándar (INHA, 2005).

Para la elaboración del licor de pera fue necesario utilizar como materia prima tequila, el cual fue caracterizado para evaluar si cumplía con la norma de calidad de bebidas alcohólicas. En la Tabla 12 se muestra los resultados de los alcoholes superiores obtenido de tequila campo azul y los bibliográficos, se observa que el tequila Hornitos tiene ligeramente mayor contenido de alcoholes superiores como lo reporta López (2012), eso da como característica de tener el olor más característico a alcohol; pudiéndose considerar como el de mejor calidad, sin embargo, encontrándose dentro de los rangos establecidos por la norma (NOM-142-SSA1/SCF1-2014).

**Tabla 12.** Caracterización de compuestos de calidad de tequila Campo Azul, con otros datos bibliográficos.

Compuesto	Tequila Campo Azul	Tequila NOM-142-SSA1/SCF1-2014	Dato bibliográfico de Tequila con Piñón (Cruz, 2016)	Dato bibliográfico de Tequila Hornitos (López, 2012)
Contenido de alcohol (%)	37.3 ± 0.58	35-55	***	38
Alcoholes superiores (mg alcohol/100 mL de alcohol anhidro)	131.6 ± 0.05	20-500	0.6	148.7
Aldehídos (mg acetaldehído/100 mL de alcohol anhidro)	1.2 ± 0.12	0-40	6.3	***
Ésteres (mg de acetato/100 mL de alcohol anhidro)	3.7 ± 0.001	2-200	20.4	***



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 12.** Caracterización de compuestos de calidad de tequila Campo Azul, con otros datos bibliográficos. (Continuación)

Compuesto	Tequila Campo Azul	Tequila NOM-142-SSA1/SCF1-2014	Dato bibliográfico de Tequila con Piñón (Cruz, 2016)	Dato bibliográfico de Tequila Hornitos (López, 2012)
Furfural (mg de furfural/100 mL de alcohol anhidro)	2.5 ± 0.53	0-4	3.2	***

Uno de los factores más importantes que afectan el gusto y la calidad de las bebidas alcohólicas, en general, es su contenido de aldehídos, ésteres y alcoholes superiores, necesaria para mantener la calidad que caracteriza a dichos productos.

El Tequila con Piñón no contiene muchos alcoholes superiores como lo reporta (Cruz, 2016); lo que pone en discusión dos posibilidades sobre este grado de “pureza”: el proceso de destilación aplicado en este producto tiene un alto control, o es probable que este tequila se haya comprado en una alta pureza y luego diluido hasta la concentración alcohólica deseada.

A nivel comercial, el contenido alcohólico es de gran importancia, ya que las bebidas alcohólicas se comercializan y cotizan según su grado alcohólico. También es importante conocer la concentración de etanol debido a su relación con los parámetros sensoriales que mejoran la calidad de la bebida; por ejemplo, para el caso de los vinos con bajo contenido de alcohol poseen un carácter sin cuerpo, por el contrario, los vinos que tienen un elevado contenido de alcohol, generalmente son de carácter "insulso" y "ardiente" (Fernández *et al.*, 2009).

La diferencia en la concentración de etanol puede ser por falta del control de condiciones durante la fermentación o por la evaporación de este alcohol al ser almacenada la bebida en contenedores inadecuados. En un estudio realizado por la PROFECO (2017), el grado



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

alcohólico que se reporta para tequilas con características similares a los utilizados en este trabajo fue de 36-49 % Alc. Vol, por lo que los mostrados en este trabajo se encuentran dentro de este intervalo. El incumplimiento en la concentración de etanol puede ser por falta de control de las condiciones durante la fermentación o por la evaporación de este alcohol al ser la bebida almacenada en contenedores inadecuados.

Los alcoholes superiores son los que tienen más de dos átomos de carbono. Tienen sobre el organismo un efecto narcótico muy superior al del alcohol etílico. En los destilados se encuentran en proporciones muy bajas, por lo que fisiológicamente su efecto es modesto. Se forman algunos durante la fermentación alcohólica y otros como el 2-butanol se forman durante la conservación o ensilado, por lo que es un elemento que distingue los aguardientes de orujo de los de vinos (Antonio, 2003).

Los resultados de los alcoholes superiores obtenido de tequila Campo Azul son inferiores a los alcoholes superiores del tequila Hornitos (López, 2012), pero mayores que el tequila con piñón (Cruz, 2016).

El contenido de alcoholes superiores en los tequilas depende de las condiciones del proceso de elaboración, principalmente durante la fermentación y de la técnica de destilación empleada al momento de hacer los cortes de las principales fracciones, puntas, cuerpo y colas, ya que la mayor concentración de alcoholes superiores se encuentra en las puntas y disminuye conforme transcurre la destilación (Vera *et al.*, 2009), por lo que se puede suponer que el corte de colas y puntas en los tequilas se realiza de manera correcta, ya que Vera *et al.*, 2009) señalan valores de alcoholes superiores en tequilas que van desde 285-389 mg de aceite de fusel/100 mL de alcohol anhidro, y para lo cual la norma NOM-070-SCFI-1994 establece que el contenido de alcoholes superiores debe de ser de 20-500 mg de aceite de fusel/100 ml de alcohol anhidro se puede observar que el único tequila que no cumple con lo establecido es tequila con piñón, siendo menor el contenido, por lo que de acuerdo a los resultados bibliográficos obtenidos en este trabajo se puede deducir que este tequila debido a que se le agregó piñón y los productores al hacer este tipo de prácticas sin un análisis posterior recurren



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

a vender la bebida fuera de la especificación que establece la norma. Es importante señalar que el consumo de estos productos no representa un riesgo de toxicidad por la presencia de alcoholes superiores.

Con respecto a los aldehídos, su estructura inestable, organolépticamente se percibe a reducidas concentraciones, químicamente se dividen en saturados e insaturados, los primeros dan lugar a sensaciones herbáceas, mientras que los segundos dan sensaciones florales, aunque también son responsables de sensaciones a rancio e incluso a sudor. El compuesto de mayor presencia en los aguardientes es el acetaldehído, seguido del ácido butírico, acetal, furfural. El furfural es muy interesante, pues se forma con el recalentamiento de los aguardientes, y a nivel organoléptico produce olor a quemado (Antonio, 2003).

El tequila con mayor contenido de aldehídos fue el tequila con piñón, con 6.2875 mg acetaldehído/ 100 mL reportado por López (2012) representando, mientras que el tequila campo azul tuvo 1.1975 mg acetaldehído/ 100 mL de alcohol anhidro.

La concentración final de aldehídos depende de la calidad de las materias primas y las condiciones de fermentación (Medina *et al.*, 2011), por lo que se podría esperar que para los tequilas industrializados al contar con sus procesos estandarizados el contenido de aldehídos sea más homogéneo que para los tequilas artesanales, que carecen de control durante la fermentación y selección de materias primas, las variedades de agave influyen directamente en el contenido de aldehídos.

Los ésteres son el resultado de la combinación de alcoholes y ácidos orgánicos, compuestos muy abundantes en los destilados. Son numerosos y favorecen las más extraordinarias sensaciones olfativas, tanto positivas como negativas. Entre ellos es mayoritario el acetato de etilo, que no favorece sensaciones exaltantes, pero que es útil porque inhibe la percepción de los aldehídos insaturados y exalta la percepción de algunos olores afrutados (Antonio, 2003).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

En la Tabla 12 se muestra que el tequila que presentó el mayor contenido de ésteres, fue el tequila con piñón con 20.44 mg de acetato/100 mL de alcohol anhidro en comparación con el tequila campo azul que fue el del menor contenido de 3.66 mg de acetato/100 mL de a.a) pero que ambos se encontraron en lo permitido por la norma de tequilas.

Los tequilas artesanales presentan un mayor contenido de ésteres, debido a que al no existir control durante la fermentación pudiera verse afectada la operación por contaminación de bacterias lácticas como *Lactobacillus* que llevan a cabo la esterificación de alcoholes tales como: el etanol, geraniol, alcohol isoamílico y 2-feniletanol, aumentando las concentraciones de ésteres. Es probable que la mayoría de los ésteres determinados sean producto del metabolismo de las levaduras, o bien, podrían haber sido formados durante su almacenamiento por la esterificación de los ácidos grasos en presencia de concentraciones altas de etanol. Se encontró que diversos autores reportan concentraciones de ésteres de 17.51% en diferentes tequilas; lo cual refuerza los hallazgos encontrados en este estudio donde se puede observar que el proceso de elaboración influye en el contenido de los congéneres analizados, sin embargo y debido a que la norma NOM-070-SCFI-1994 no contempla este parámetro, se hizo el análisis con respecto a lo que establece la norma NOM-006-SCFI-2005 que permite un contenido de ésteres de 0-400 mg de acetato/100 mL de alcohol anhidro por lo que se puede observar que todos los tequilas estudiados están dentro de dicho intervalo (Escalante *et al.*, 2008; Molina *et al.*, 2006).

El contenido de furfural en los tequilas artesanales puede servir como indicador para comprobar que la bebida se obtuvo a partir de Agave como materia prima y que la formación de estos compuestos se lleva a cabo durante la cocción y el añejamiento, por lo que es de suponer que un tequila que pasó por un reposo en barrica presentará un contenido mayor de furfural, sin embargo, se puede observar que de acuerdo a los resultados presentados en este estudio el contenido de furfural fue ligeramente mayor en los tequilas artesanales, lo que podría indicar que no se tuvo un control adecuado durante el proceso de cocción y por lo tanto no se controlan las reacciones no enzimáticas que son las principales responsables de la formación de este compuesto (Escalante *et al.*, 2008; Molina *et al.*, 2006).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

El tequila con Piñón tuvo 3.22 mg de furfural/100 mL de alcohol anhidro como lo reportó Cruz (2016) y tiene menor contenido de furfural fue Tequila campo azul con 2.53 mg de furfural/100 mL de a.a, sin embargo, los tequilas comparados cumplen con lo requerido por la norma de tequilas y por estudios realizados por la revista del consumidor (2017) y por Molina *et al.* (2006).

### 5.4. Caracterización de licor cremoso

#### 5.4.1. Selección de formulación de licor cremoso

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para la que se efectúe. La evaluación sensorial es una disciplina científica que se emplea para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones que producen las características de los alimentos y materiales tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Zamora 2007).

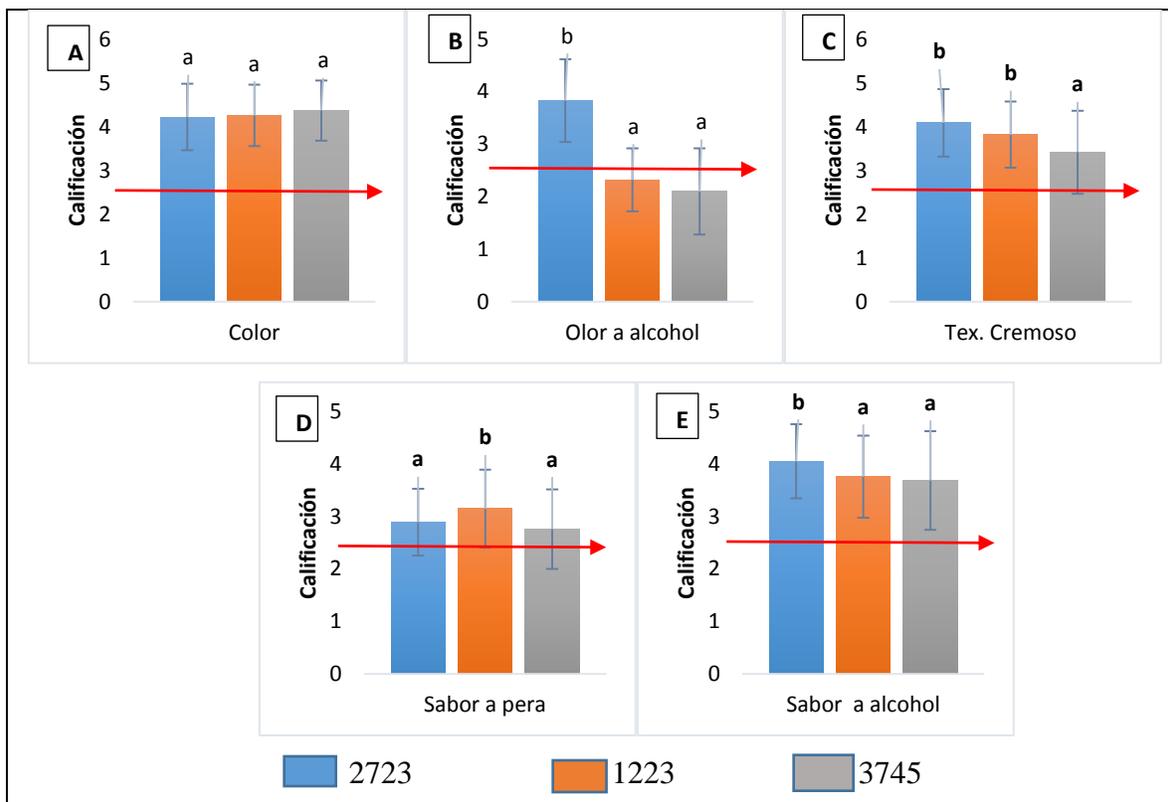
En la Figura 17 se representa la tendencia de preferencia sensorial de los licores con distintas formulaciones. El color no tuvo una diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) en la aceptabilidad y se obtuvieron los porcentajes de las tres formulaciones siendo, 2723 (30 % pulpa) 87.5 %, 1323 (35 % pulpa) 90 % y 3745 (40 % pulpa) 92.5 % de aceptación.

El licor que presentó una mayor aceptación en el olor alcohol fue la formulación 2723 (30 % pulpa) con un 97.5 % de calificación de aceptación, se presentó diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en la aceptabilidad teniendo 45.73% mayor aceptación que las formulaciones 1223 (35% pulpa) 35 % y 3745 (40% pulpa) 40 % de calificación de aceptación estas dos formulaciones, sin presentar diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) en el olor alcohol de estas dos últimas formulaciones.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con lo que respecta a la textura cremosa del licor, la preferencia se inclinó hacia la formulación 2723 (30% pulpa) teniendo una preferencia del 80% de calificación de aceptación, la formulación 3745 (40% pulpa) 72.5% de calificación de aceptación y la formulación 1223 (35% pulpa) 77.5 % de calificación de aceptación, sin embargo, no hubo diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) en la textura cremosa entre 30 y 35% de pulpa, pero si con 40% de pulpa. Los panelistas calificaron con 80 % de calificación de aceptación a la formulación 2723; por lo que se puede interpretar que fue de su agrado, esto principalmente a que se percibía una sensación cremosa suave a comparación de las otras dos formulaciones que predominaba un sabor menos suave.



**Figura 17.** Análisis sensorial de A) Color, B) Olor a alcohol, C) Textura cremosa, D) Sabor a pera,

E) Sabor a alcohol de las tres formulaciones de licor cremoso fino.

Dónde: 2723: 30 %, 1223: 35 % y 3745: 40 % de pulpa.

Con lo que respecta al parámetro de sabor a pera del licor, la preferencia se inclinó hacia la formulación 1223 (35 % pulpa) teniendo una preferencia del 82.5 % de calificación de



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

aceptación, la formulación 2723 (30 % pulpa) 70 % de calificación de aceptación y la formulación 3745 (40 % pulpa) 52.5 % de calificación de aceptación, sin embargo, no hubo diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) en el sabor a pera y textura cremosa entre 30 y 40 % de pulpa, pero si con 35 % de pulpa. Los panelistas calificaron con 82.5 % de calificación de aceptación a la formulación 1223; por lo que se puede interpretar que fue de su agrado, esto principalmente a que se percibía un más el sabor de la pera a comparación de las otras dos formulaciones que predominaba un sabor menos a pera.

El licor que presentó una mayor aceptación con respecto al sabor alcohol fue la formulación 2723 (30% pulpa) tuvo 96 % de calificación de aceptación con mayor aceptación que las otras dos formulaciones que tuvieron un promedio más bajo de aceptación. La intensidad en el sabor a alcohol si presentó diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) pareciéndose este comportamiento al trabajo de Gutiérrez (2018); que si encontraron diferencia en un licor a base de mezcal.

### 5.4.2. Parámetros fisicoquímicos y químicos del licor cremoso.

La medición de pH se traduce en conocer el ion hidrógeno que es de utilidad para la conservación de alimentos y en el deterioro de estos, ya que pueden presentarse cambios debido a la acción enzimática y el desarrollo de microorganismos. La intensidad de estos cambios dará como resultado una marcada concentración del ion hidrógeno (Navarrete, 2009). En la Tabla 13 se muestran los resultados de pH obtenido del licor de pera y los bibliográficos, al comparar con otros licores, se observa que el de nanche tuvo un pH de 3.5 como lo reporta Vargas (2010), esto da como resultado que es un licor ácido; ya que está por debajo del 7 y el pH de licor de pera obtuvo un pH de 6.6, mientras que el licor de manzana contiene un pH 3.77 como lo reporta Limón (2010), esto indica que el licor de pera fue el de mayor pH de los 3 licores comparados. Según Collado (2019), el pH óptimo para los licores está entre 3 y 7; por lo que los tres licores están dentro de lo marcado y cumplen con las especificaciones por este autor, además que también están dentro de la norma NOM-142-SSA1-1995.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 13.** Contenido de pH, sólidos solubles totales, azúcares y acidez de licor cremoso fino de pera.

Compuesto	Licor de pera	Licor (Norma)	Licor de nanche (Vargas, 2010)	Licor de manzana (Limón, 2010)
pH	6.60	3.5 a 7.5	3.50	3.77
Acidez (mg ácido cítrico/100)	0.02	0 a 1.2	0.80	1.01
Sólidos solubles totales (°Brix)	24.72	22 a 26	16.90	23.80
Azúcares (g/mL)	25.74	-----	15.23	20.22

Con respecto a la acidez, el licor de pera tuvo 0.02 mg de ácido cítrico, dato que se encontró dentro de la norma, pero no similar a otros trabajos de Vargas (2010) y Limón (2010) que elaboraron licor de nanche y manzana, respectivamente, la diferencia encontrada se debe a la diferente materia prima utilizada y que son frutos con mayor contenido de ácidos orgánicos. Sin embargo, la acidez se encuentra significativamente relacionada con el pH, esto se debe a que a medida que el pH se incrementa, la acidez disminuye, los ácidos orgánicos se encuentran circulando en los tejidos vegetales tras la recolección y tienden a disminuir durante la fase de senescencia, sin embargo, sigue persistiendo después de que se elabora un producto.

Con respecto a los sólidos solubles totales obtenidos del licor de pera fueron similares a los °Brix reportados para el licor de manzana Limón (2010) y se encuentra dentro de la norma y están por encima del licor de nanche Vargas (2010). Los sólidos solubles sirven como un patrón de comparación con los licores comerciales, y ayudan a evaluar la cantidad de edulcorante que contienen estos en conjunto con los azúcares reductores.

Los sólidos totales solubles tienen importancia por estar formados de compuestos orgánicos que, en gran medida, determinan el sabor, los colores y, en general, la calidad de las frutas, se ven influenciados por algunos factores externos, entre los cuales la temperatura y la luminosidad, miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

en porcentaje de sacarosa; y están compuestos por los azúcares reductores y no reductores y por los ácidos orgánicos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta. Este índice está estrechamente ligado al estado de madurez de un fruto, pues valores de °Brix elevados, indican un alto contenido de azúcares provenientes de una degradación de carbohidratos complejos. El contenido de sólidos solubles aumenta hasta alcanzar máximo y después se mantiene o disminuye cuando avanza la maduración (Bautista, 1987; Navarrete, 2009).

Los azúcares del licor de pera fueron 24.75 g/mL y al comparar con otros trabajos como el licor de nanche tuvo 15.23 g/mL Vargas (2010) y el licor de manzana tiene 20.22 g/mL Limón (2010), se encontró un valor superior. Los carbohidratos no son sólo una fuente importante de producción rápida de energía en las células, sino que también las estructuras fundamentales de las células y componentes de numerosas rutas metabólicas. En años recientes se ha hecho cada vez más evidente que los carbohidratos proporcionan a los seres vivos capacidades informativas enormes (FAO, 1999). Se sabe que las altas temperaturas aceleran considerablemente todos los cambios que sufren los monosacáridos en condiciones tanto ácidas como alcalinas, pero a pH neutro catalizan las reacciones de caramelización y de oscurecimiento no enzimático; además de estos efectos, el calentamiento de los azúcares también favorece algunos mecanismos que implican la polimerización y la epidermización de los monosacáridos Badui (2006), por ello que el licor de pera haya sido el mayor contenido con respecto al licor de manzana y nanche (Limón, 2010; Vargas, 2010).

### **5.5. Evaluación de la vida de anaquel del licor mediante una prueba de vida acelerada**

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico.

Entre los factores que pueden afectar la duración de la vida útil de un alimento se encuentran el tipo de materia prima, la formulación del producto, el proceso aplicado, las condiciones



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

sanitarias del proceso, envasado, almacenamiento y distribución y las prácticas de los consumidores (Inungaray y Munguía, 2013). Debido a que las bebidas lácteas son productos perecibles, es necesario conocer el tiempo de vida o estabilidad de las mismas, y de esta manera garantizar al consumidor un producto además de nutricional, que sea óptimo y de buena calidad.

Una herramienta para predecir los cambios que inducen al deterioro y determinan la vida de anaquel en frutos es la aplicación de modelos cinéticos de deterioro (Salinas-Hernández *et al.*, 2007, 2009). Estos modelos se basan en la cinética de las reacciones químicas Fu y Labuza, (1997). Sin embargo, hay que considerar que un alimento es un sistema complejo en el que ocurren diferentes tipos de reacciones, por ello la modelación en este caso se aplica, no a un reactante o componente particular del alimento, sino a una característica de calidad que refleja dichas reacciones (Salinas Hernández *et al.*, 2007).

De esta manera, es posible expresar la tasa de pérdida de calidad en función del tiempo, en términos de un pseudo orden u orden aparente de reacción basado en las ecuaciones donde se verá involucrado el componente o característica del alimento. Por lo tanto, la rapidez de una reacción de orden cero es una constante, que no depende de la concentración de los reactivos Atkins (1999).

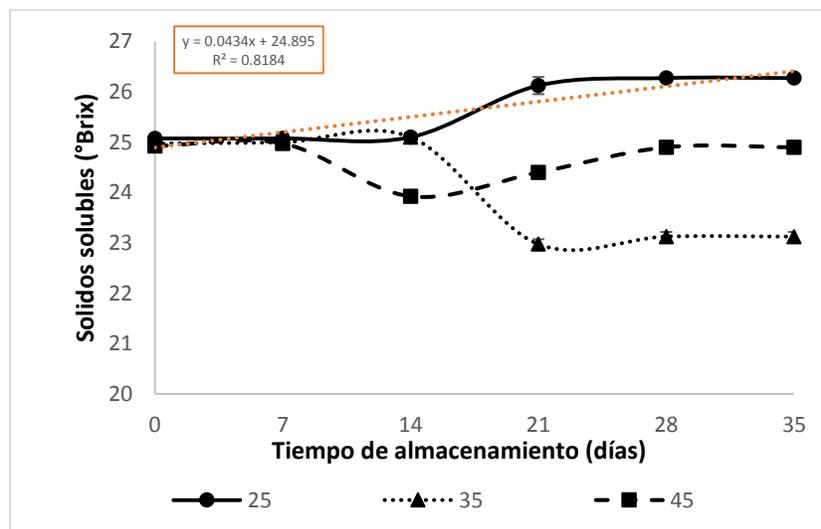
En las figuras 18, 19 y 20 se muestra el comportamiento de deterioro del pH, acidez y °Brix, los cuales si sufrieron efecto en función al tiempo en las temperaturas en las que se mantuvieron, esto indicando que el licor sufrió una alteración que nos puede dar una pendiente de degradación y obtener una constante de velocidad de reacción para estimar su tiempo de vida aproximado.

Los sólidos solubles son un parámetro importante para determinar la calidad en la industria de las frutas, vinos y zumos. Este permite determinar con exactitud el extracto total que se ofrece en grados Brix; es decir la concentración aproximada de sacarosa que hay en una solución (Grupo Cooperativo Cajamar, 2014).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 18 se muestra las condiciones establecidas de las temperaturas que se sometieron los licores. El azúcar usado en la elaboración del licor cremoso fino fue de 15 % siendo este menor, por tanto, los ° Brix o sólidos solubles también serán bajos. El valor del °Brix aumentó conforme el porcentaje de leche que contenía el licor, esto se debe a que la leche como tal tiene un grado de dulzor por la lactosa que contiene, lo que provoca que mientras más cantidad de leche se le agregue al licor, mayor serán los °Brix.



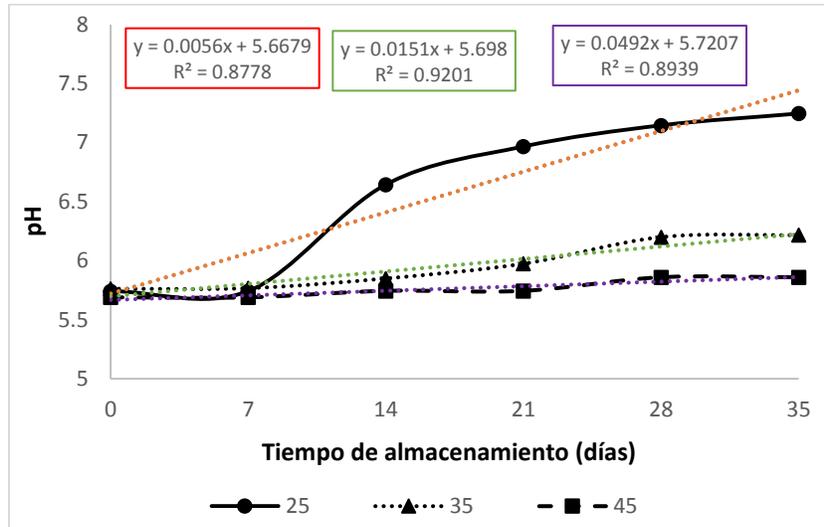
**Figura 18.** Cambio en los sólidos solubles del licor cremoso fino de pera a diferentes temperaturas de almacenamiento.

Uno de los factores de mayor importancia que nos define el tipo de proceso de conservación requerido para un alimento es su pH, ya que la resistencia térmica de las esporas de algunas bacterias está íntimamente ligada con la acidez del medio en el que se desarrollan generalmente en  $\text{pH} < 4.5$  no existe desarrollo de microorganismos, sin embargo, si se desea incrementar la vida de anaquel del producto es necesario recurrir a otro proceso como puede ser la pasteurización en el caso de los licores cremosos (Bedolla *et al.*, 2004). En la figura 19 se muestra el comportamiento del pH del licor cremoso fino con las diferentes temperaturas a los que se sometió, inicialmente el licor cremoso fino tuvo un pH de 5.61. Generalmente el pH en los alimentos se ve modificado por compuestos químicos adicionado, por el efecto de



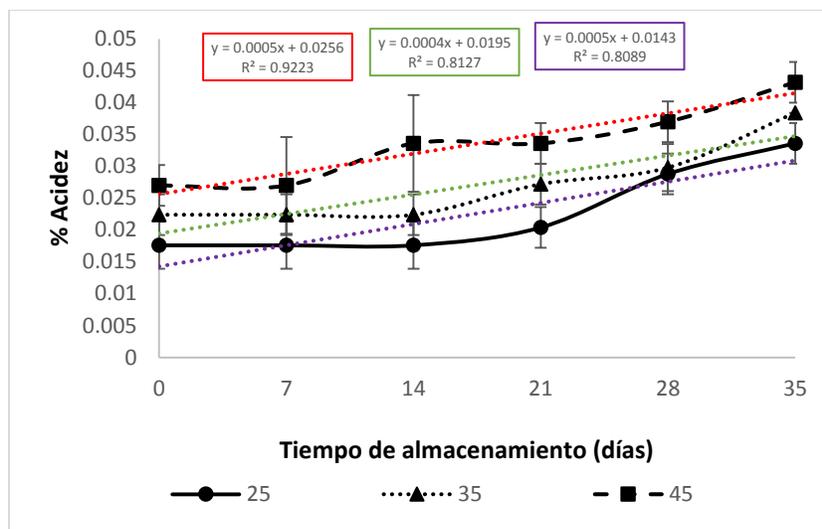
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

microorganismos presentes o por reacciones químicas de degradación (Lupano, 2013), sin embargo, si se ve afectado este parámetro conforme pasó el tiempo.



**Figura 19.** Cambio de pH del licor cremoso de pera a diferentes temperaturas de almacenamiento.

Los minerales en los jugos y los licores por lo general no cambian por la pasteurización y permanecen presentes en altas concentraciones. Los jugos pasteurizados de manzana, naranja, uva, granada, tomate y zanahoria contienen cantidades sustanciales de los minerales potasio, fósforo y magnesio. Sin embargo, esto puede variar en función a diversos factores como pH del medio, acidez y sobre todo por la naturaleza del producto (Baranda, 2012). Con los datos de Acidez titulable se puede establecer el índice de madurez de los alimentos que nos da un rango de 0.015 – 0.04, significa que no se dio tan rápido el deterioro del licor cremoso fino. En la figura 20 se puede observar la pendiente de la curva que indica un aumento de la acidez en el tiempo, siendo el rango de crecimiento de la acidez superior a descenso del pH.



**Figura 20.** Cambio de Acidez del licor cremoso fino a diferentes temperaturas de almacenamiento.

El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Las pruebas de análisis sensorial permiten traducir las preferencias de los consumidores en atributos bien definidos para un producto. La información sobre los gustos, aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis denominados pruebas orientadas al consumidor (Ramírez, 2012).

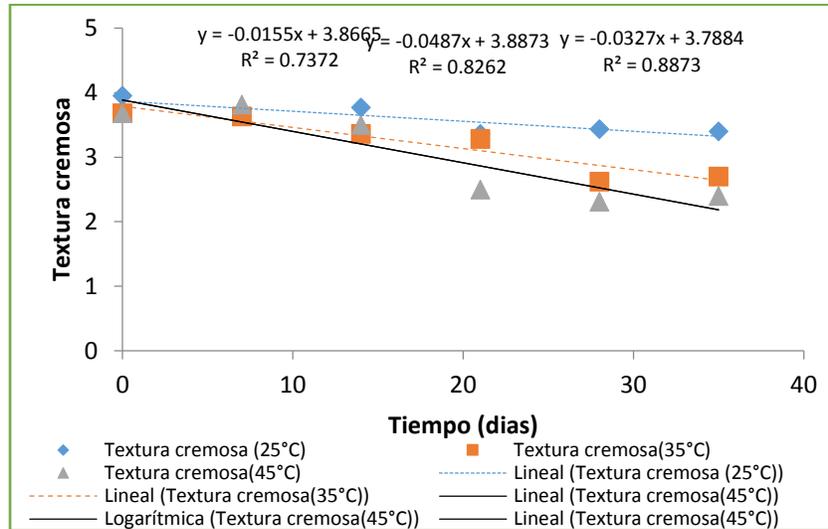
El color en los alimentos no sólo nos hace ver la comida más bonita, divertida y apetitosa, sino que es la clave para una dieta sana, pues al consumir diariamente frutas, hortalizas y verduras frescas de diversos colores, se garantiza la ingesta de alimentos de bajo aporte calórico y alta cantidad de micronutrientes. Así mismo, lo visual está relacionado con la aceptación o no de nuevos productos, y estos alcances llegan hasta a los empaques y presentaciones de alimentos procesados (Gallardo, 2015).

En la textura cremosa del licor (Figura 21) se observó que no se tuvieron cambios significativos, mientras que el olor (Figura 22), disminuyó la evaluación de grado al disgustar al panelista; ya que sólo llega a 2, 50 % de calificación de no aceptación. Aunque en ninguno

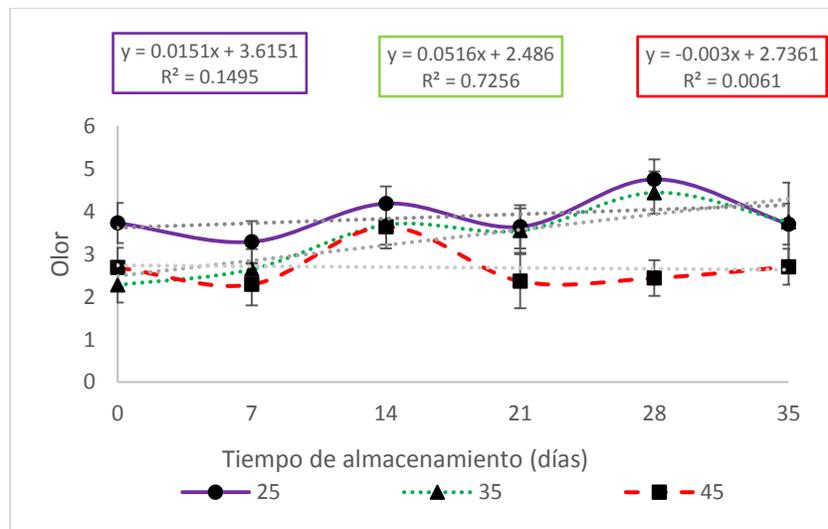


## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

de los parámetros obtuvo un me gusta mucho, que sería el número 5 es decir el 100 % de calificación de aceptación.



**Figura 21.** Análisis sensorial de la textura cremosa durante el estudio de vida acelerada del licor cremoso fino a base de pera.



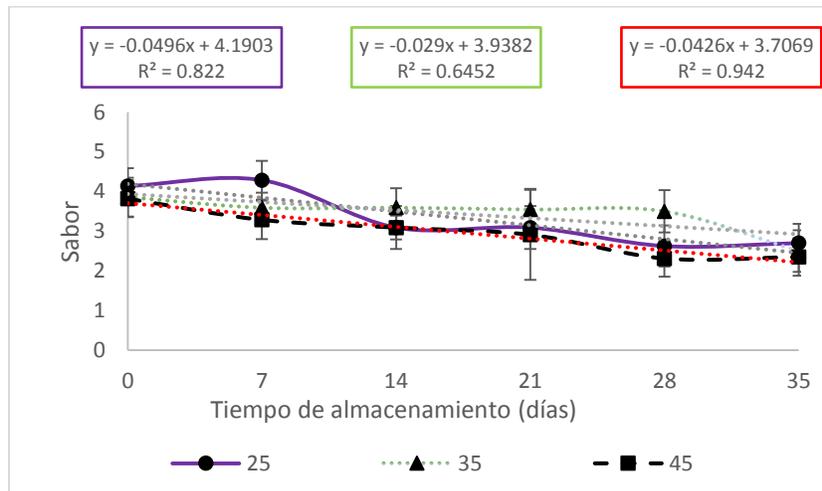
**Figura 22.** Cambio de olor en el licor cremoso fino almacenado por 35 días a 25, 35 y 45 °C.

En cuanto al sabor, en la Figura 23, se observa que no hay diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) conforme a las temperaturas, ni conforme al tiempo, ya que la valoración de los panelistas



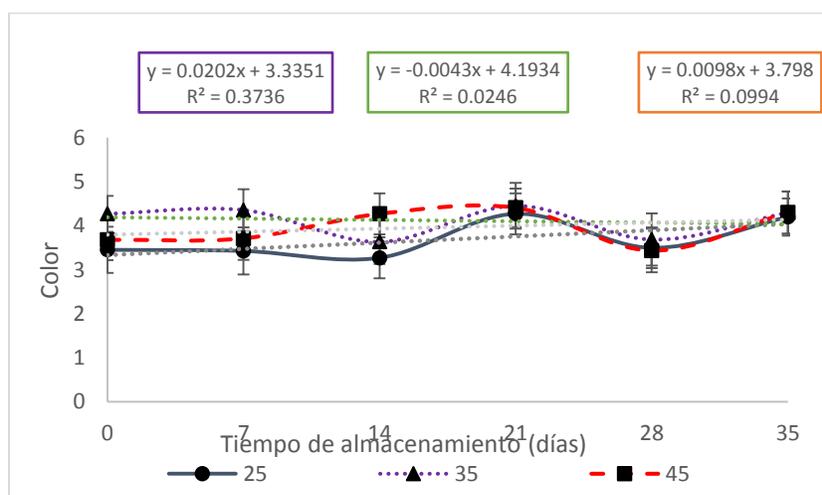
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

fue cercana a 3, 60 % de calificación de no aceptación es decir que no les gusta el sabor durante el almacenamiento a las diferentes temperaturas.



**Figura 23.** Cambio de sabor en el licor cremoso fino almacenado por 35 días a 25, 35 y 45 °C.

En cuanto al color, en la Figura 24, se observa que no hay diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) conforme a las temperaturas, ni conforme al tiempo, ya que la valoración de los panelistas fue cercana a 4, es decir 60 % de calificación de aceptación decir que les gusta el color durante el almacenamiento a las diferentes temperaturas. Debido a que tanto con el colorímetro como con el ojo humano no se registraron cambios considerables en el color.



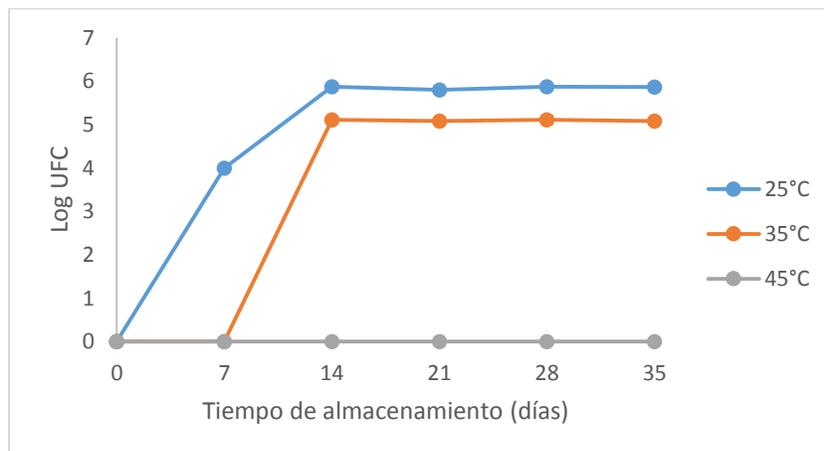
**Figura 24.** Cambio de color en el licor cremoso fino almacenado por 35 días a 25, 35 y 45°C.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las alteraciones de los alimentos dependen de sus propias características, de su microbiota y del ambiente que rodea al alimento, para crecer, los microorganismos requieren de disponibilidad de nutrientes adecuados, condiciones gaseosas apropiadas, temperatura y pH, suficiente, agua libre y ausencia de sustancias inhibitorias. Si alguno de estos factores no se encuentra en el rango necesario, no habrá crecimiento (Roberts y Greenwood, 2003). En el caso particular del licor cremoso fino, podemos asociar la no alteración de sus parámetros a la eficiencia de la pasteurización aplicada, debido a que al aumentar la temperatura condicionan el crecimiento y la supervivencia de los microorganismos puesto que afecta la velocidad de crecimiento de los microorganismos inactivando su sistema (Frazier, 2003).

En la figura 25 se puede observar los resultados de viabilidad, que se refieren al número de microorganismos presentes en el licor cremoso fino, durante los diferentes días de almacenamiento. Se mantiene la población de mohos y levaduras sin crecimiento notable, casi constante durante los 35 días a una temperatura de almacenamiento de 45°C, también se observa el comportamiento de los microorganismos mohos y levaduras presentes en el licor cremoso fino, estas permanecen en  $1 \times 10^{-2}$  UFC/mL hasta los 14 días a una temperatura de almacenamiento de 25 y 35°C; mientras que a los 21 días ascienden a  $1 \times 10^{-3}$  UFC/mL. Sin embargo, Vega-Montero (2012) reportan un desarrollo de microorganismos de una leche fermentada con alcohol similares a los presentes en este proyecto, donde no hubo presencia de microorganismos coliformes, pero la cantidad de levaduras fue superior presentando 176 UFC.



**Figura 25.** Comportamiento de presencia de mohos y levaduras expresados en Log UFC al aplicar distintos tiempos de almacenamiento en el licor cremoso fino.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

La baja carga microbiológica presente se debe a que es un producto al cual se le añadió azúcar, en este proceso la actividad de agua ( $A_w$ ) disminuye, el  $a_w$  es uno de los factores más importantes para el desarrollo de microorganismos; ya que es la cantidad de agua disponible en un alimento por lo que alimentos con baja  $a_w$  tendrán un periodo de vida útil mayor. En general las bacterias necesitan disponer de más agua que las levaduras y mohos (Amerling, 2001).

El parámetro más representativo para el cálculo de  $E_a$  fue el de pH, donde se aplicó un análisis a partir de una cinética de Arrhenius, donde el comportamiento del producto tuvo un comportamiento de orden cero.

### 5.5.1 Vida útil del licor cremoso fino a base de pera

La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo que transcurre entre la producción/envasado del producto y el punto en el cual se vuelve inaceptable bajo determinadas condiciones ambientales. La finalización de la vida útil de alimentos puede deberse a que el consumo implique un riesgo para la salud del consumidor, o porque las propiedades sensoriales se han deteriorado hasta hacer que el alimento sea rechazado. En este último caso el análisis sensorial es la principal herramienta de evaluación, ya que no existen métodos instrumentales o químicos que replacen adecuadamente a nuestros sentidos (Inungaray y Munguía, 2013).

El estudio de la vida útil tiene como objetivo evaluar el comportamiento de los productos en desarrollo y tradicionales a los que se les ha hecho un cambio en la receta o en el proceso, durante un tiempo determinado y a diferentes temperaturas. La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo el cual en el producto almacenado no se percibe significativamente distinto al producto inicial o recién elaborado. Para la evaluación del producto se utiliza técnicas de evaluación sensorial, análisis físico, químico y microbiológico (Inungaray y Munguía, 2013).



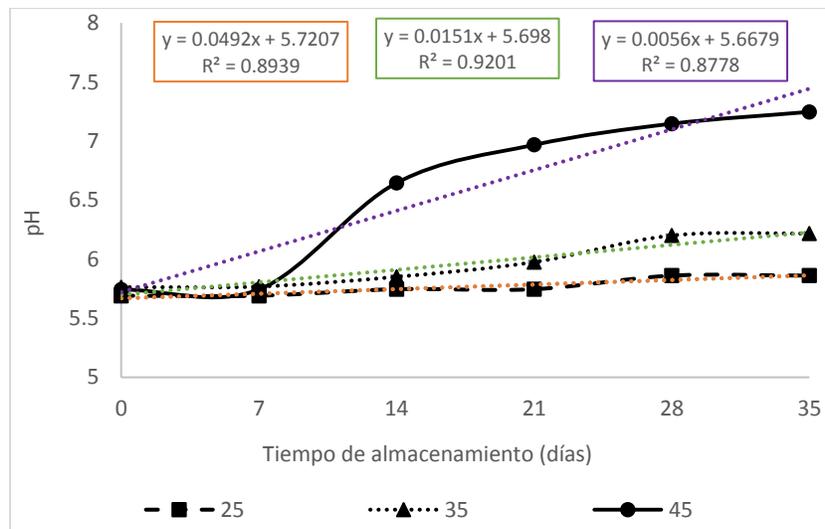
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como anteriormente se vio en los gráficos, en la tabla 14 se muestran todas las  $R^2$ .

**Tabla 14.** Resultados de  $R^2$  de los parámetros de sólidos solubles totales, pH, acidez, textura y luminosidad.

Parámetro	25°	35°	45°
SST	0.8308	0.7518	0.0432
pH	<b>0.8778</b>	<b>0.9201</b>	<b>0.9278</b>
Acidez	0.9223	0.8127	0.8289
Luminosidad	0.8087	0.8745	0.7564
Color	0.3736	0.0246	0.0994
Olor	0.1495	0.7256	0.0061
Sabor	0.822	0.6452	0.942
Textura	0.7372	0.8262	0.8873

En la figura 26 se muestra el cambio de pH a diferentes temperaturas de almacenamiento durante el estudio de vida acelerada del licor cremoso fino a base de pera cuando este es sometido a diferentes temperaturas y con respecto al tiempo de almacenamiento, se puede observar que conforme se aumenta el tiempo y la temperatura del licor cremoso, existe un aumento en el parámetro de pH.

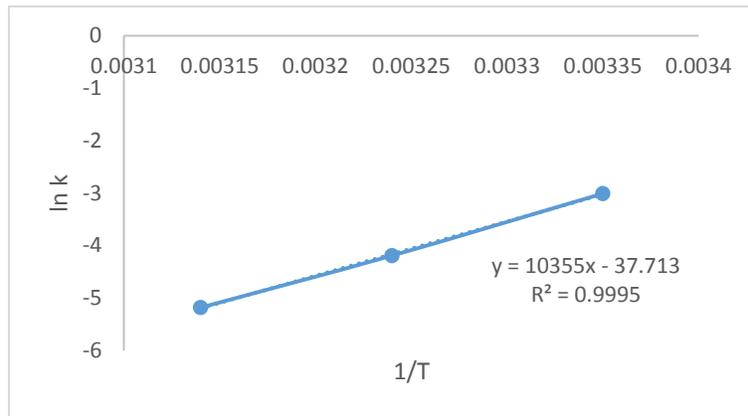


**Figura 26.** Cambio de pH a diferentes temperaturas de almacenamiento durante el estudio de vida acelerada del licor cremoso fino a base de pera.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ocuparon las pendientes y se realizó el siguiente gráfico de la Figura 27 y con la pendiente de este se graficó se calculó la Ea.



**Figura 27.** Datos cinéticos de pH para el licor cremoso fino.

La ordenada al origen y la pendiente de esta recta ayudaron a calcular  $t_0$  y Ea respectivamente, como se procede en la ecuación que se muestra a continuación. Se hizo lo mismo para la variable de pH.

La Ea fue de 86091.4, con estos datos se puede predecir la vida de anaquel del licor cremoso fino a cualquier temperatura. Para el licor cremoso fino la temperatura establecida de almacenamiento fue de 25 °C, para esta temperatura el valor esperado de vida de anaquel se calculó reemplazando los valores de energía de activación y del factor pre exponencial.

Por lo tanto, el tiempo de vida útil para cada temperatura se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15.** Tiempo de vida de anaquel tomando en cuenta el parámetro de pH en el licor cremoso fino a base de pera.

T°	Ø
45	46 días
35	152 días
25	416 días



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

De acuerdo a lo observado en la vida de anaquel del licor cremoso fino, se mantendrá durante 416 días, esto a una temperatura de almacenamiento de 25 °C. Lo cual se determina con el parámetro de pH.



# Conclusiones

Si quieres un consejo, aquí lo tienes: cuando no puedas reír, y solo entonces, deberás matarte. Pero, mientras seas capaz de hacerlo, espera aún. La risa es una victoria, la verdadera, la única sobre la vida y la muerte.

E.M.Cioran



### 6. CONCLUSIONES

Con base en los resultados del presente trabajo se concluye lo siguiente:

- La pera criolla procedente de Zacatlán de las manzanas es un fruto con propiedades nutricionales gracias a la composición química que presenta en carbohidratos, pH, acidez, color, y textura de ahí uno de los objetivos para aprovecharla de forma industrial en la elaboración de diferentes productos.
- La pulpa de pera criolla puede ser conservada en congelación utilizando un pre-tratamiento con el ácido ascórbico al 1% que ayudó a disminuir la actividad enzimática de polifenoloxidasas, responsable del pardeamiento enzimático, encontrándose un efecto en la preservación de los parámetros de color (luminosidad, croma y tono).
- La calidad del tequila como materia prima en la elaboración de licor estuvo dentro de la norma NOM-006-SCFI-2012 en sus parámetros de furfural, contenido alcohólico, aldehídos, alcoholes superiores y ésteres.
- La mejor formulación para el licor cremoso fino fue con menor concentración de pera (30%); debido a que fue una de la más aceptada sensorialmente por potenciar el sabor alcohol, y proporcionar una textura cremosa y mayor olor a alcohol. Además, esta formulación de licor presentó pH, acidez, sólidos solubles totales y azúcares de acuerdo a la norma de licores (NOM-142-SSA1-1995).
- El licor cremoso fino se comportó como un producto muy estable durante las pruebas de vida acelerada; ya que no tuvo cambios significativos en su color y carga microbiana (hongos y levaduras), tuvo ligeros cambios en cuanto a la percepción sensorial el público detectó un ligero cambio en la textura cremosa del licor, sólidos



## CONCLUSIONES

---

solubles totales, acidez titulable y parámetros sensoriales (sabor, olor, color), sin embargo; en cuanto al cambio de pH se detectó un ligero cambio en el licor lo cual permitió establecer que el tiempo de vida útil del licor fue de aproximadamente 416 días a 25 °C, 152 días a 35 °C y 46 días a 45 °C.

- La pera criolla de Zacatlán de las Manzanitas, Puebla es una materia prima ideal para la elaboración de licor cremoso fino, además de ser una opción viable para abrir un nuevo nicho de mercado que guste de bebidas alcohólicas con valor agregado en cuanto a componentes bioactivos, aromas y sabores naturales.



# Recomendaciones

"Mi conmoción interior es más viva aun  
cuando me mira, que cuando me toca..."

Mario Benedetti



### 7. RECOMENDACIONES

Con base a los resultados del presente trabajo se recomienda lo siguiente:

- Evaluar la adición de un saborizante de pera para potencializar el sabor y mejorar el producto desarrollado.
- Realizar el diseño de una etiqueta para su posterior comercialización del licor cremoso fino que cumpla con la norma mexicana.
- Escalar el proceso para proponer el desarrollar del producto a nivel industrial o planta piloto para los productores de Zacatlán de las Manzanas, Puebla.
- Aplicar un conservador natural para aumentar la vida útil del licor de pera.



# Bibliografía

No sé cuántas veces he ido al taller de postcosecha, porque uno no cuenta las veces que uno vuelve a casa.

gfg.



### 8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, E.; Escalona, V.; Artés, H. (2001). Industrialización de la pera procesada fresca. Rev. Hort. Recuperado: 12/09/2018. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/51/156/51156.pdf>.
- Aleixandre, J. (1999). Licores. En: Vinos y bebidas alcohólicas. Univ. Politécnica de Valencia, España. Servicios de publicaciones.
- Álvaro, M.G.; Gómez, J.K.L. (2012). Licor de mora de castilla (*Rubus glaucus benth*) con diferentes porcentajes de pulpa. Recuperado: 05/09/2018. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1799/179914237010.pdf>
- Amerling, C. (2001). Tecnología de la carne: antología. Universidad Estatal a Distancia.
- Antonio, L. M. (2003). Vinos y Enologías (en línea). Consultado el 07 de septiembre del 2018. Disponible en: <http://www.apoloybaco.com/Aguardientes.htm>
- Artés, F.; Castañer, M.; Gil, M. (2012). El pardeamiento enzimático en frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/105697306/Pardeamiento-Enzimatico-enFrutasyHortalizas-Minimamente-Procesadas>.
- ASTM E2454–05 (2011). Standard Guide for Sensory evaluation methods to determine the sensory shelf life of consumer products. West Conshohocken, United States.
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos. Ciudad de México. Pearson. Educación de México S.A de C.V. México, p. 57.
- Banks, W.; Muir, D.D. (1988) Stability of alcohol-containing emulsions. In: Dickinson E and Stainby G (eds.) Advances in food emulsions and foams, pp. 257–283. New York: Elsevier Science Publishing Co.
- Banks, W.; Muir, D.D.; Wilson, A.G. (1981a). The formation of cream based liqueurs. The Milk Industry 83, 16–18.
- Baranda, A. (2012). Procesado de alimentos e impacto nutricional. Inter empresa. Industria alimentaria. Fecha de consulta: 10/02/2019. Sitio web: <http://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/99930-Procesado-dealimentos-e-impacto-nutricional.html>



## BIBLIOGRAFÍA

---

- Bautista, A.D. (1987). Influencias de la temperatura, sobre la insolación y la precipitación sobre los sólidos del fruto de la mora (*Rubus glaucus* Benth). *Agronomía Tropical*. 28(4): 399-407.
- Bedolla, S.; Dueñas, G.; Esquibel, I.; Favela, T.; Guerrero, R.; Mendoza, M.; Navarrete, A.; Olguin, L.; Ortiz, J.; Pacheco, O.; Quiroz, M.; Ramírez, A.; Trujillo, M. (2004). *Introducción a la tecnología de alimentos*. México, Limusa “2a Edición p. 55.
- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica. Principios generales de los alimentos*. Madrid: Díaz de Santos.
- Beloso-Gutiérrez, L. (2012). Avances en la mejora de la calidad comercial de los frutos frescos cortados: aspectos físico-químicos y microbiológicos. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. pp. 862-868.
- Benítez, G. (2015). *Comercialización y origen de *Pyrus communis**. Tesis para obtener el título de licenciado en comercio Internacional. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Calvo, M. (2015). Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. In: Lamikanra, O. (Ed.), *Fresh-cut fruits and vegetables science, technology and market*. EE.UU. CRC Press.
- Canales, M. (1999). *Fisicoquímica: Teoría*. Universidad Nacional Autónoma de México. Tomo I. México.
- Castellón, M. (2015). *Elaboración artesanal de licores*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza. España.
- Castro, J.; Rojas, M.; Noguera, Y.; López, E.; Zúñiga, E.; Gómez, C. (2017). Calidad sanitaria de ensaladas de verduras crudas, listas para su consumo. *Centro de investigaciones químicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. 7: 9-21
- Charm, S.E. (2007). Food engineering applied to accommodate food regulations, quality and testing. *Alimentos Ciencia e Ingeniería*. 16 (1):5-8.
- Chuchuca H. (2012). *Implementación y Validación de una Metodología Económica para la Medición de Color Aplicada en Alimentos*. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero de Alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil, Ecuador.



## BIBLIOGRAFÍA

---

- Clavijo, D.; Portilla, M.; Maghdiel, C.; Quijano, A. (2012). Cinética de la bromelina obtenida a partir de la piña perolera (*Ananas Comosus*) de Lebrija-Santander. Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. 10(2): 41-49.
- Collado, Q. (2019). Levadura y fermentación alcohólica I. Consultado el día 20/01/2019, en la siguiente página: <http://www.verema.com/opinamos/tribuna/articulos/levaduras01.asp>
- Conesa, A.; Manera, J.; Fernández-Zapata, C.; Baños, M.; Andujar, S.; Porras, I. (2006). El color en los zumos de naranja. Departamento de producción vegetal y microbiología. IMIDA: 1193-1196.
- Cortés, H. (2016). Producción de licores en México. Manual para la identificación de las principales especies. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México
- Curia, A.; Fiszman, S.; Gámbaro, A.; Garitta, L.; Gómez-Melis, G.; Hough, G. (2005). Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Ed.G. Hough, & S. Fiszman, Madrid, España: Programa CYTED.
- Cruz, E. (2016). Optimización del método analítico para la determinación de los principales compuestos presentes en el tequila. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.
- Denoya, G.; Ardanaz, M.; Sancho, A.M.; Benítez, C.E.; González, C.; Guidi, S. (2012). Efecto de la aplicación de tratamientos combinados de aditivos sobre la inhibición del pardeamiento enzimático en manzanas cv. Granny Smith mínimamente procesadas. RIA 38(3):263 - 267.
- Domínguez, H.; Nuñez, M.J.; Lema, J.M. (1995) Procesado acuoso de pera con tecnología enzimática: extracción de aceite y producción de aislados. Grasas y Aceites. 46(1), 11-20.
- Elsevier (2016). Liqueurs: Cream Liqueurs, University College Cork, Cork, Ireland
- ENAC. (Entidad Nacional de Acreditación) (2003). Guía para la acreditación de laboratorios de análisis sensorial, pp.14.
- Escalante, P.; Blasck, H.; Barba de la Rosa, A.; Santos, L.; De León A. (2008). Identification of yeast and bacteria involved in the mezcal fermentation of *Agave salmiana*. Letters in applied microbiology. pp.16



## BIBLIOGRAFÍA

---

- FAO. (1999). Los carbohidratos en la nutrición humana. FAO/OMS. Fecha de consulta: 22/01/2019 sitio web: [https://books.google.com.mx/books?id=FZ\\_ed5pkNdoC&pg=PA3&dq=definicion+de+carbohidrato&hl=es419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=definicion%20de+20carbohidrato&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=FZ_ed5pkNdoC&pg=PA3&dq=definicion+de+carbohidrato&hl=es419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=definicion%20de+20carbohidrato&f=false)
- FAOSTAT. (2016) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consultado: 21/03/2017. Disponible: <http://faostat.fao.org/>.
- Fernández, J.; Molina G.; Barbosa C.; Barry G. (2001). Tecnologías emergentes en la conservación de alimentos. *Arbor* CLXVIII. 661: 155-170.
- Fernández. V.; Berradre, M.; Ojeda, G.; Peña, J. (2009). Caracterización química y contenido mineral en vinos comerciales venezolanos. Facultad de Ciencias. Universidad del Zulia. Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 26(1): 382-397.
- Frazier, W. (2003). *Microbiología de los alimentos*. Editorial Acribia S.A, 2a Edición. p.p. 68-196.
- Galeón. M. (2015) Razas silvestres de peral (*Pyrus communis var. pyraster*). México. Instituto Nacional Indigenista: 709-711.
- García, E.; Barrett, D.M (2002;). Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. En: Lamikanra, O. (Ed.) *Fresh-cut fruits and vegetables: science, technology, and market* (p. 267-303). CRC Press, Boca Raton, Florida.
- García, C.; Molina, E., (2008). Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas de vida acelerada. *Ingeniería San José Costa Rica*. 18 (1,2): 57-64.
- Gasull, E.; Becerra, D. (2006). Caracterización de polifenoloxidasas extraídas de pera (cv Packam's Triumph) y manzana (cv. 'Red Delicious'). *La serena*. 17(6): 69-74.
- George, H. (1989). *Elaboración artesanal de licores*. Zaragoza. Edición Acribia.
- Giraldo, I. (1999). Métodos de estudio de vida de anaquel en los alimentos. Trabajo de Investigación para obtener la categoría de profesor asociado. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ciencias, pp. 96.
- González-Olmos, L.; Guzmán-Morfín, H. (2011). El pH de los alimentos y la seguridad alimentaria. *Eroski Consumer*. Fecha de consulta: 16/10/2017. Disponible en:



## BIBLIOGRAFÍA

---

<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-yconsumo/2013/09/19/218017.php>

- Gorny J. (2001) Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry. 4th edition. International Fresh-cut. Produce Association. Arlington: 216 pp.
- Guerrero-Beltrán, J.; Swanson, B.; Barbosa Cánovas, G. (2005). Inhibition of polyphenoloxidase in mango puree with 4-hexylresorsinol, cysteine and ascorbic acid. LWT. 38: 625-639.
- Gutiérrez, J. (2018). Producción de licor a partir de sacarosa suplementado con cascara de naranja (*Citrus aurantium*) Maca (*Lepidum mellen* Walp.) mediante el proceso fermentativo utilizando *Saccaromyces cerevisiae* L. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú. 22 p.
- Groenewald, J.Z. (2006). Clasificación taxonómica de la pera Biodiversity, 1a edición. Trabajo de Maestría de grado. Universidad of Pretoria. Pretoria. Sudamérica.
- Grupo Cooperativo Cajamar (2014). Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. Negocio Agroalimentario y Cooperativo. 005:2
- Hernández, J. (2009). Pruebas de vida acelerada en confiabilidad. Temas de ciencia y tecnología. 13 (38): 33-37.
- Hernández-López, A.; Solís Soto, A.; González-Herrera, S.M.; Soto-Cruz, N.O.; Rutiaga-Quñones, O.M. (2006). Development of novel spirit-drinks based on mescal produced in Durango. Food Science & Biotechnology in Developing Countries 16-18 Octubre 2016.
- Hernández-Valdez, J. (2014). Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents. International Journal of Food Science and Technology 40: 377–383.
- Infoagro. (2014). Composición química y nutrimentos de la pera (*Pyrus communis*). Consultado: 05/04/2018. Disponible en: [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)
- Infoagro. (2016). El cultivo de pera (*Pyrus communis*). Consultado: 05/04/2018. Disponible en: [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)
- INHA (Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos) (2005). Control sanitario de las aguas y bebidas (en línea). Consultado: 07/09/2018. Disponible en: <http://www.inha.sld.cu/vicedirecciones/aguasybebidas.htm>



## BIBLIOGRAFÍA

---

- Inungaray, M.; Munguía, A. (2013). Vida útil de los alimentos. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 2: 207-232.
- Koburger, J.; Martha, E. (1984) Yeasts and Molds. In: Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 2nd ed. Marvin S. (Ed.) APHA. USA. 197-199.
- Kreyszig E. (2003). Matemáticas avanzadas para ingeniería, México. Editorial Limusa. 3ª. 2.
- Kuntz, L. (1991). Accelerated shelf life testing. Nueva York: Weeks Publishing Co.
- Labuza, T. (1986). Shelf life dating of foods. Westport, Connecticut: Food & Nutrition Press.
- Labuza, T.P.; Riboh, D. (1982). Theory and applications of Arrhenius kinetics to the prediction of nutrient losses in foods. Food Technology. 36, 66–74.
- Labuza, T.P.; Schmidl. (1985). Shelf life dating of foods. Westport, Connecticut: Food & Nutrition Press.
- Limón, J.A. (2010). Elaboración de licor de manzana. Chapingo, Texcoco, México.
- López, A. (2012). Propuesta de la metodología para la saborización del tequila a partir de la extracción sólido-líquido. Tesis de ingeniero químico industrial. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. IPN.
- Lupano, E. (2013). Modificación de los componentes de alimentos. Cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento. Editorial de la Universidad de la Plata. Buenos Aires, Argentina, pp. 217.
- Lynch, A.G.; Mulvihill, D.M. (1997) Effect of sodium caseinate on the stability of cream liqueurs. International Journal of Dairy Technology 50(1): 1–7.
- Macek, M. (2007). Bebidas. Los licores. Consultado: 05/04/2018. Disponible en: <http://www.zonadiet.com/bebidas/a-licor.htm>
- Man, D. (2004). Caducidad de los alimentos. Zaragoza, España. Acriba S.A. p. 150
- Medina, G.; Juárez, R.; Peña, A. (2011) Identification and quantification of aldehydes in mezcal by solid phase microextraction with On-fiber derivatization-Gas Chromatography. Departamento de química analítica de la Facultad de Química. UNAM. México.



## BIBLIOGRAFÍA

---

- MetAs & Metrólogos Asociados. (2009). Medición de color. Consultado: 20/02/2018. Disponible en: <http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-09-07-medicion-de-color.pdf>
- Molina, A.; Botello, E.; Estrada, A.; Navarrete, L.; Jiménez, H.; Cárdenas, M.; Rico, R. (2006). Compuestos volátiles en el tequila. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 6(1): 41-50.
- Montoya, A. (2018). *Elaboración artesanal de licores*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza. España. 117 p.
- Morales, A.C.G.; González-Canalñe, A.M.I.; Riquelme, S.J.; France, I.A.; Pedreros, L.A. (2014). Aspectos relevantes en la producción de pera. Villa Alegre. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA-Nº192.
- Muir, D.D.; Wilson, A. G. Banks, W. (1985) Extension of the shelf life of cream based liqueurs at high ambient temperatures. *International Journal of Food Science and Technology* 16(6): 587–595.
- Muir, D.D.; Wilson, A. G. Banks, W. (1981). Stabilisation of alcoholic beverages by sodium caseinate. In: *Proceedings of an International Dairy Federation Symposium, Helsingor, Denmark*, pp. 331–338. Statens: Forsogsmejeri Hillerod.
- Navarrete, G.K. (2009). Aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina para preservar la calidad de la zarzamora (*Rubus frocticosus*) almacenada en refrigeración lista para consumir. Tesis para obtener el título de ingeniero en alimentos. Universidad Nacional Autónoma de México.
- NC-289: 2009. Bebidas alcohólicas. Vocabulario
- NC-725: 2009. Licores. Especificaciones.
- NMX-F-035-1983. Alimentos. Frutas y derivados. Peras en almíbar.
- NMX-F-053-S-1980. Alimentos. para humanos. Néctar de pera. Norma mexicana. Dirección general de normas.
- NMX-F-103-S-1982. Alimentos. Frutas y derivados. Determinación de grados Brix.
- NMX-F-133-1968. Alimentos para humanos. Mermelada de pera.
- NMX-F-302-1985. Alimentos para uso humano. Azúcar. Determinación de sustancias reductoras en muestras de azúcar.



## BIBLIOGRAFÍA

---

- NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- NMX-V-004-NORMEX-2005. Bebidas Alcohólicas-Determinación de furfural-Métodos de Ensayo (Prueba).
- NMX-V-005-NORMEX-2005. Bebidas Alcohólicas-Determinación de aldehídos, ésteres, metanol y alcoholes superiores-Métodos de Ensayo (Prueba).
- NMX-V-013-NORMEX-2005. Bebidas alcohólicas-Determinación del contenido alcohólico (por ciento de alcohol en volumen a 293 K) (20 °C) (% Alc. Vol.)- Métodos de Ensayo (Prueba).
- NOM-070-SCFI-1994. Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones
- NOM-006-SCFI-2005. Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones
- NOM-111-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- NOM-142-SSA1-1995. Bienes y servicios. Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial.
- Pelayo, V. (2016). Pasteurización. Consultado: 09/07/2016. Disponible en: <http://pasteurizacionyesterilizacion.blogspot.mx/2010/04/pasteurizacion-lapasteurizacion-es-un.html>.
- Pérez, E. (2015). Aplicación de métodos combinados para el control del desarrollo del pardeamiento enzimático en pera (variedad blanquilla) mínimamente procesada. Tesis Dr. Valencia, ES, Universidad Politécnica de Valencia. 256 p.
- Pérez, J.; Delgado, R. (2007). Bebidas alcohólicas destiladas y añejadas. La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia.
- Pineda, D.; Salucci, M.; Lázaro, R.; Maiani, G.; Ferro-Luzzi, A. (1999). Capacidad antioxidante y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos. Revista Cubana Aliment Nutri, 13(2), 104-111.
- Power, P.C. (1996). The formulation, testing and stability of 16% fat cream liqueurs. PhD Thesis, National University of Ireland, Cork.
- PROFECO. (2017). Procuraduría Federal del Consumidor. Revista del consumidor. Septiembre. México. 56-74.



## BIBLIOGRAFÍA

---

- Ramírez, J.S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. Revista ReCiTeIA, 12 (1): 82-102.
- Restrepo, A.F.; Montoya, C.A., (2010). Implementación y diseño de procedimiento para determinación de vida útil de quesos frescos, chorizos frescos y aguas en bolsa. Tesis para obtener el grado de Tecnólogo Químico en Universidad tecnológica de Pereira.
- Rhim, J.W.; Wu, Y.; Weller, C.L.; Schnepf, M. (1999). Physical Characteristics of composite film of soy protein isolate and propylenglycol alginate. J. Food Sci. 64(1):149-152.
- Rioja, I. (2016). Curso de cocina y alimentación. Bebidas. Licores y cocteles. Consultado: 22/03/2018. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-licores-cocteles/historia-licores>
- Roberts, D.; Greenwood, M. (2003). Pracytical Food Microbiology. 3rd ed. U.K.
- SAGARPA. (2017). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Consultado: 23/02/2018. Disponible en: <http://www.gob.mx/sagarpa/archivo/todos>).
- Salazar. M (2013). Ensayo de Fermentación del Jugo de Naranja con Levadura a Nivel de Laboratorio. Tesis para obtener el Título de Ing. Industrias Alimentarias. Lima, Perú.
- SIAP. (2014). La producción de pera en México. Consultado: 08/04/2016, de Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimenticio. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- SIAP/SAGARPA. (2015-2016). Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. Secretaria de Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Resumen nacional de producción agrícola de frambuesa. Consultado: 23/02/17. Disponible en: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350)
- Selva, E. (2011). Tono, saturación y luminosidad. NATURPIXEL. Consultado: 31/01/2017. Disponible en: <http://naturapixel.com/2011/08/17/tono-saturacion-yluminosidad/>.
- Soto, G.; Yahia, E.M. (2000). Compuestos antioxidantes y tratamientos poscosecha. Rev. Hortic. 160: 48-54.



## BIBLIOGRAFÍA

---

- Undurraga, P.; Olaeta, J.; Olivares, C. (2007). Evaluación de tres tipos de material de envase sobre palta (*Persea Americana* mill.) cv. edranol, como producto IV gama. Proceedings VI World Avocado Congress, Viña Del Mar, Chile, 12 – 16.
- USDA. Agricultural Research Service. (2016). Release 21. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Valero, A. (2011). Principios de color y holopintura. Club Universitario, España.
- Vargas, C.A. (2010). Elaboración de licor del fruto de nanche. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Vega-Montero, G.S. (2012). Elaboración y control de calidad de una bebida a base de suero de leche y alcohol. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Riobamba – Ecuador.
- Vera, A.; Guzmán, P.; López, M. (2009). Compuesto volátiles generados durante la elaboración de mezcal de *Agave angustifolia* y *Agave potatorum*. Revista fitotecnia mexicana. 32(4): 273- 279.
- Zamora, E. (2007). Evaluación Objetiva de la Calidad Sensorial de Alimentos procesados. Ciudad de La Habana: Editorial Universitaria, p. 270.
- Zeballos, S.V. (2002). Análisis de mesófilos aerobios, mohos y levaduras, coliformes totales y *Salmonella* spp. en cuatro ingredientes utilizados en la planta de lácteos de Zamorano, Honduras.