3. Revisión Bibliográfica

3.1 Generalidades

3.1.1 El durazno

El melocotón o durazno (*Prunus persica*) es el nombre tanto del árbol como de la fruta que produce; ésta contiene una única y gran semilla encerrada en una cáscara dura, es de piel aterciopelada (roja o amarilla), posee una carne amarilla o blanquecina, e inviste un sabor dulce con un regusto ácido que despide un delicado aroma; pertenece a la subfamilia pronoides (drupa), y junto con las ciruelas y albaricoques es de las drupas más representativas.

Es la segunda especie frutal de mayor importancia, después del manzano, en las rosáceas. Su antigüedad se remonta a finales del siglo XIX, y en la actualidad existen más de 500 clases comerciales (Bardenes *et al*., 1999). Los melocotoneros vegetan en una zona bastante restringida, pues necesitan condiciones de frío y al mismo tiempo, requieren temperaturas altas durante el verano para madurar la cosecha. Algunas de las regiones productoras de durazno de mayor importancia se encuentran localizadas en Norteamérica. La región de Huejotzingo (Puebla) produce cantidades importantes de dicho fruto.

El durazno como fruto, posee una composición media formada por: agua en un 77-90%, azúcares totales de 6 al 16%, proteínas alrededor del 0.3-0.9%, grasa tan sólo 0.1%, ácidos (m_{eq}/100 g) del 14 al 17, pectina (pectato cálcico) 0.6-1%, cenizas en un 0.3-0.6% y fibra del 0.3 al 1.4% (Herrero y Guardia, 1992).

De los azúcares presentes los representativos son glucosa (1.47%), fructosa (0.93%) y sacarosa (6.66%). Entre los aminoácidos que posee resaltan: aspártico, glutámico, α-alanina, asparragina, glutamina, isoleucina, prolina, serina, treonina y valina. En cuanto al contenido de ácidos orgánicos el melocotón contiene ácido málico (20-64%), ácido cítrico (12-36%) y ácido quínico (16-40%). Otras sustancias importantes en este fruto son los carotenoides, responsables de su color rojo-amarillo, por mencionar algunos se puede citar al fitoeno, fitoflueno, γ-caroteno, α-caroteno, β-caroteno,

α-criptoxantina, β-criptoxantina, luteína, zeaxantina, luteína-5,6-epóxido, violazantina, luteoxantina, auroxantina y persicoxantina (Herrero y Guardia, 1992).

El durazno también es rico en vitaminas, por ejemplo presenta un destacable contenido de vitamina C desde la piel (parte más rica) hasta la zona próxima al hueso; en menores proporciones se encuentran también la vitamina E, vitamina B_2 y B_6, así como el ácido pantotenoico. Respecto a los compuestos volátiles, se puede decir que el aroma está influenciado por la edad del fruto, el tipo de cultivo al cual fue sometido, la temperatura y se encuentra limitado por las condiciones de almacenaje.

3.1.2 Pérdidas poscosecha

Las frutas en general, son un producto de alto consumo en países en desarrollo, sin embargo, al ser alimentos de humedad elevada con un metabolismo activo sin largos periodos de latencia, presentan problemas de calidad durante extensos periodos de almacenamiento. Se estima que las pérdidas poscosecha de frutas llegan a alcanzar niveles de pérdida total en algunos países subdesarrollados. De acuerdo con los datos publicados para el durazno en los últimos años, se visualizan significativas pérdidas poscosecha debido principalmente a la estacionalidad de la producción, inadecuadas técnicas de recolección y un deficiente manejo poscosecha.

El deterioro de la fruta, con la consecuente pérdida poscosecha, puede deberse a los siguientes factores:

a) Daño físico: Problemas relacionados con los mecanismos de recolección de durazno, entre ellos el daño mecánico suele ser de importancia ya que provoca incisiones directas en el fruto.
b) Daño fisiológico: Variaciones en la maduración y propiedades del fruto asociadas principalmente a aspectos técnicos de cultivo, como son la frecuencia de riego, el uso de fertilizantes adecuados y época de plantación, por mencionar algunos.
c) Daño microbiológico: El tipo de alteración microbiana varía según las condiciones de cultivo, almacenamiento y propiedades de cada fruto; pueden ser causadas por gérmenes patógenos u organismos saprófitos. Según lo reportado en la literatura las principales podredumbres presentes en duraznos son causadas por agentes como la *Stigmina sp.*, *Cladosporium herbarum*, *Alternaria tenuis*, *Botrytis cinerea*, *Geotrichum sp.*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Monilinia sp.*,

Mucor sp. y *Rhizopus stolonifer*; siendo más frecuente el género *Rhizopus sp.* (Schroeder, 1994).

d) Daño por frío: Aparecen cuando los frutos son almacenados por debajo de los 8-10ºC por 2-3 semanas; los frutos poseen apariencia interna y externa normal mientras están a temperatura de conservación, pero al pasarlos a temperatura ambiente presentan lesiones en superficie (picado), coloraciones internas anormales, descomposición de tejidos internos, pérdida de la capacidad de maduración, pérdida de aroma y sabor, así como susceptibilidad a podredumbre por hongos (Trujillo, 1997).

3.1.3 Reducción de pérdidas poscosecha

Con el objetivo de reducir las pérdidas poscosecha de frutos en general, se han desarrollado diversas técnicas de conservación, con las cuales se pretende alargar la vida de anaquel del producto, manteniendo constantes sus propiedades organolépticas y nutritivas. Las más utilizadas actualmente son:

a) Conservación frigorífica: Se basa en la idea de que las temperaturas de refrigeración reducen el crecimiento microbiano y la actividad enzimática; dicha técnica aplica temperaturas constantes sobre el producto a conservar, siempre por encima del punto de congelación para prolongar la conservación económica. El intervalo de temperaturas a trabajar para frutos y hortalizas se extiende desde los -2ºC hasta los 15ºC, con una duración de la conservación de dos semanas a ocho meses. Por el método convencional se usan temperaturas inferiores a los 5ºC y superiores a -1ºC (punto cercano al punto de congelación, según los sólidos solubles disponibles en el fruto); con una humedad relativa del 85-95% y con renovación del aire, para evitar la concentración de CO_2, etileno y volátiles (Trujillo, 1997). Para el caso de durazno los reportes indican una vida de anaquel de entre dos y cuatro semanas para éste fruto almacenado a 0-0.6ºC y a 90-95% de humedad relativa (Galeana y Morales, 1992).

b) Conservación en atmósferas controladas/modificadas (AC/AM): Esta técnica consiste en la sustitución de los gases de los tejidos en los productos frescos por uno o más gases siguiendo una secuencia apropiada; el interés de este método radica en encontrar gases apropiados y seguros frente a bacterias y enzimas; sin

embargo el almacenamiento de duraznos por éste método ha tenido poco éxito ya que los valores de tiempo de almacenamiento no varían de forma importante en comparación con los almacenados en aire bajo las mismas condiciones. Los gases comúnmente utilizados para el desarrollo de AC/AM son: oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de azufre, óxido de etileno, óxido de propileno y/u ozono.

c) Conservación por calor: Una de las formas más antiguas de conservación, tiene gran valor como barrera para reducir los microorganismos e inactivar enzimas; el principal problema con esta técnica es la degradación del gusto, textura, color y calidad nutritiva de los productos tratados. Las formas de transferencia de calor existentes son: vapor, agua caliente y aire caliente.

d) Conservación química: Asociada a conservadores que actúan como agentes antimicrobianos y/o antioxidantes. Dentro de las sustancias utilizadas se encuentran: conservadores, divididos en ácidos orgánicos (el principal objetivo de su uso es el ajuste del pH para evitar el crecimiento microbiano; entre los más utilizados se encuentran el ácido cítrico, benzoico, acético, láctico, propiónico, sórbico, málico, succínico y tartárico.) y conservadores indirectos (son antioxidantes, saborizantes, emulgentes o estabilizantes con una acción secundaria antimicrobiana, como por ejemplo: ésteres grasos de ácidos polihídricos; sustancias como el azúcar, la sal, antibióticos; antioxidantes como el ácido L-ascórbico, sulfitos; agentes quelantes como el EDTA; entre otros).

e) Conservación utilizando irradiación: Se refiere a radiaciones electromagnéticas sobre el alimento de interés, teniendo en cuenta que las longitudes de onda más cortas son las más lesivas para los sistemas biológicos. Ejemplos de las radiaciones más empleadas son los rayos γ, infrarrojos, microondas y luz ultravioleta.

f) Reducción de la actividad de agua (a_w): Método basado en la desecación de los alimentos hasta niveles no soportables para los microorganismos vegetativos; ello realizando la desecación del alimento o adicionando ingredientes con una elevada presión osmótica para formar complejos con el agua del producto. Un claro ejemplo de la aplicación de esta técnica es la incorporación de azúcar, como agente depresor de la actividad de agua, al puré de durazno durante la elaboración de mermelada, para obtener un producto de humedad intermedia.

g) Aplicación de métodos combinados: Técnica basada en la aplicación de diversos factores (barreras) para la conservación de productos de fruta con alto contenido de humedad, por ejemplo: 1) aplicación de un ligero tratamiento térmico para inactivar enzimas y disminuir la carga microbiana inicial; 2) reducción de la a_w por adición de sacarosa o glucosa; 3) ajuste del pH, en caso de ser necesario, adicionando ácido cítrico o fosfórico; 4) adición de conservadores, como sorbato de potasio o benzoato de sodio y sulfito de sodio o bisulfito de sodio, respectivamente (Alzamora *et al*., 1993).

3.2 Métodos combinados

3.2.1 Introducción

La tecnología de métodos combinados pretende conservar la calidad y seguridad de alimentos almacenados por largos periodos de tiempo, ya que dichos sistemas son susceptibles de presentar deterioro microbiano y/o fisicoquímico en alguna de las etapas previas a su consumo. A diferencia de otros métodos de conservación, esta técnica combina factores ambientales de estrés para actuar sinérgicamente sobre el sistema de interés, previniendo el desarrollo microbiano.

Entre las principales barreras utilizadas en la tecnología de métodos combinados se encuentran: la aplicación de un tratamiento térmico como el escaldado para el caso de las frutas y verduras; reducción de la actividad de agua por medio de agentes depresores de la misma, como el azúcar incorporado a las conservas en almíbar; acidificación del sistema por medio de ácidos orgánicos; así como la adición de sustancias antioxidantes y/o antimicrobianas:

- **Actividad de agua:** La conservación de alimentos basada en la reducción de actividad de agua, disminuye el contenido de agua disponible en el sistema mediante la adición de agentes depresores con el objetivo de evitar el desarrollo tanto microbiano como de reacciones deteriorativas (Catalán, 1999). Esta propiedad es solamente determinada por la naturaleza y concentración de las especies químicas disueltas presentes en el alimento, como lo son los azúcares, ácidos orgánicos, sales inorgánicas y otras sustancias solubles. Los

constituyentes insolubles no contribuyen de forma importante en el decremento de la a_w, debido a que la concentración de solutos (iónicos y no iónicos) naturalmente presentes en la fase acuosa de los alimentos frescos es relativamente pequeña (Chirife y Ferro, 1982).

La actividad de agua de un alimento (Ecuación 1) se define como la razón de la presión parcial del agua ejercida por el alimento, a la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura del alimento. Es decir:

$$a_w = \frac{P(\text{Alimento,T})}{P(\text{Agua pura,T})} = \frac{\text{Humedad Relativa}}{100} \quad \textbf{Ec. 1}$$

Donde a_w es la actividad del agua, P (Alimento, T) es la presión parcial del agua ejercida por el alimento a una temperatura T. Siendo equivalente la ecuación de la actividad de agua con la de humedad relativa dividida entre 100 (González y Sánchez, 1993).

- **pH**: Su control en los alimentos puede inhibir el crecimiento microbiano. En general las bacterias requieren para su crecimiento valores de pH entre 4.0 y 8.0, mientras que las levaduras y mohos pueden desarrollarse a pH inferiores. Para evitarlo, se adicionan a los sistemas alimenticios ácidos orgánicos, con el objetivo de acidificar el citoplasma y provocar un medio poco favorable para el desarrollo microbiano.

- **Tratamiento térmico:** Es útil durante la preparación de productos frutícolas para lograr la inactivación de enzimas como la polifenoloxidasa, capaz de desarrollar reacciones deteriorativas en los alimentos; entre ellos, oscurecimiento y alteración del sabor. Generalmente el tipo de tratamiento térmico aplicado a frutas, es un escaldado por algunos segundos con vapor o agua hirviendo, seguido de una inmersión en agua con hielo por algunos minutos.

- **Sustancias antimicrobianas:** Su principal función al ser añadidas a los sistemas alimenticios, es inhibir el desarrollo microbiano durante la etapa de almacenamiento de los productos de interés. Según García (2004), tienen al menos tres tipos de acción sobre el microorganismo: inhiben la biosíntesis de los

ácidos nucleicos o de la pared celular, dañan la integridad de las membranas e interfieren con los procesos metabólicos esenciales. En general se dice que los antimicrobianos pueden ser de dos tipos, conservadores sintéticos (sustancias químicas adicionadas con el objetivo de lentificar el proceso de deterioro) o agentes naturales (sustancias naturales comúnmente utilizadas en la cocina diaria, con la propiedad de inhibir el crecimiento microbiano). Dentro de los conservadores sintéticos, dos de los más utilizados actualmente, son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio (Figura 1 y 2); mientras que los agentes naturales de mayor importancia en la actualidad son la vainilla y la canela (Figura 3 y 4).

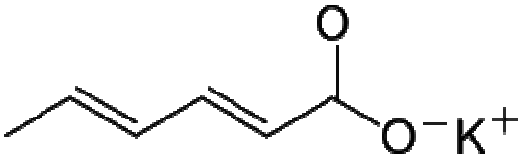


Figura 1. Estructura del sorbato de potasio

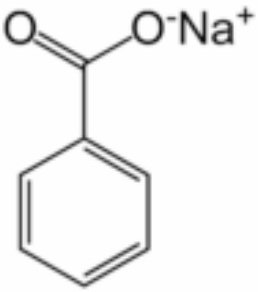


Figura 2. Estructura del benzoato de sodio

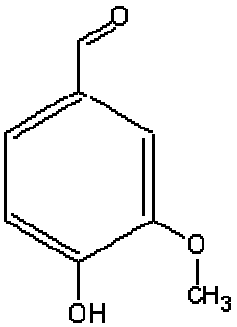
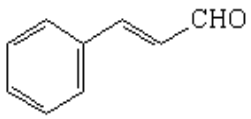


Figura 3. Estructura de la vainillina (vainilla)



3-fenilpropenal
(Aldehído cinámico)

Figura 4. Estructura del aldehído cinámico (canela)

Los productos obtenidos por medio de la tecnología de barreras, son alimentos mínimamente procesados pero altamente seguros, de larga vida de anaquel, y de apariencia fresca. Su procesamiento es simple y económicamente rentable para diversos tipos de industria; ello permite reducir costos por pérdidas poscosecha al almacenar los productos por largos periodos de tiempo sin necesidad de refrigeración (Leistner y Gould, 2002).

Dentro de los primeros éxitos de conservación de alimentos utilizando métodos combinados, se encuentra la conservación de durazno; extendiéndose posteriormente a frutas tropicales, con diferencias en los niveles de barreras empleadas; de acuerdo con Argaiz *et al.* (1995), según las condiciones aplicadas en cada uno de los factores de estrés sobre los productos de fruta de alta humedad, varía la calidad de los alimentos debido a que los niveles de las barreras se fijan en función de la estabilidad microbiana, la cual suele ser diferente para cada tipo de fruta.

Por ejemplo, una combinación de ácidos cítrico y fosfórico durante la conservación de duraznos por métodos combinados, proporciona una mejor aceptabilidad sensorial; sin embargo no resulta lo mismo en el caso de la sustitución de sacarosa por glucosa como depresor de la actividad de agua (López-Malo y Argaiz, 1993). Por otra parte, hay que tener en cuenta que el sorbato añadido a los productos frutícolas de humedad elevada (HMFP) se degrada durante el almacenamiento, dependiendo de las condiciones del mismo. Un claro ejemplo de ello se observó en duraznos conservados por métodos combinados, donde la destrucción del ácido sórbico durante el almacenamiento representó aproximadamente 40% (Argaiz *et al.*, 1995).

A pesar de los grandes logros de estabilidad obtenidos en los alimentos tratados con conservadores químicos como el sorbato y el sulfito, la tendencia actual apunta a reemplazar dichas sustancias por agentes naturales con propiedades antimicrobianas como son algunas hierbas y ciertas especias. Sin embargo éstos agentes presentan un

problema: su poder antimicrobiano se encuentra limitado por aspectos organolépticos, pues usualmente las concentraciones efectivas contra el desarrollo microbiano suelen ser inaceptables sensorialmente (Leistner y Gould, 2002).

3.2.2 Aplicación de antimicrobianos naturales en alimentos conservados por métodos combinados

En la actualidad, los consumidores demandan la elaboración de productos alimenticios sin la presencia de conservadores químicos, pues comúnmente asocian a los alimentos seguros y saludables con productos frescos o mínimamente procesados (López-Malo *et al*., 1995, 1997). En consecuencia, se ha planteado el uso de sistemas antimicrobianos naturales, sustitutos de conservadores químicos comunes entre los cuales se encuentra el sorbato de potasio, como una de las barreras utilizadas por la tecnología de métodos combinados para la conservación de productos frutícolas.

Según Raybaudi-Massilia, *et al.* (2006), los sistemas antimicrobianos naturales pueden clasificarse por su origen animal, vegetal y microbiano. El primer grupo incluye polisacáridos como el quitosán (Davidson y Zivanovic, 2003), proteínas y enzimas líticas como la lisozima, hidrolasas, lipasas o proteasas (Beuchat, 2001). El segundo grupo incluye compuestos fenólicos provenientes de cortezas, tallos, hojas, flores, ácidos orgánicos presentes en frutos y fitoalexinas producidas en plantas (Beuchat, 2001), mientras que el tercer grupo incluye compuestos producidos por microorganismos.

Los antimicrobianos naturales que incluyen a plantas, hierbas y especias, suelen ser ingredientes tradicionales comúnmente utilizados en la elaboración de productos alimenticios. Dentro de los vegetales sugeridos, por su acción antimicrobiana, se encuentran los cítricos como la naranja, toronja, mandarina y limón; así como la vainilla y/o canela. Las últimas podrían poseer una ventaja respecto a las primeras, pues sus componentes, generalmente suelen ser sensorialmente compatibles con la mayoría de los productos frutícolas a diversas concentraciones, sin impartir un gusto ácido o amargo a los productos.

Por otra parte, es preciso mencionar que la efectividad de dichas sustancias antimicrobianas suele depender de la planta, hierba o especia utilizada, así como del tipo de alimento y clase de microorganismos sobre los cuales se espera actuar. Estudios

sobre el efecto de dichos antimicrobianos aplicados a frutas con un alto contenido en grasa o proteína, han confirmado el uso de concentraciones mayores (en comparación con las utilizadas para frutas con bajo contenido graso y/o proteico) para inhibir el crecimiento microbiano.

Según García (2004), la actividad antimicrobiana de hierbas y especias, es atribuida tanto a compuestos fenólicos presentes en sus extractos, como a compuestos alifáticos, aldehídos, cetonas, ácidos e isoflavinas presentes en las esencias (Davidson, 1993).

Conner y Beuchat (1984), sugieren que la actividad antimicrobiana de agentes naturales, puede ser el resultado del daño ejercido a los sistemas enzimáticos celulares. Por su parte, Nychas (1995), indica que los compuestos fenólicos presentes en las sustancias antimicrobianas naturales, pueden desnaturalizar enzimas, o bien, interferir con aminoácidos; ambas acciones vinculadas con la germinación microbiana.

Ente los agentes naturales con poderes antimicrobianos, más estudiados en los últimos años, se encuentra la vainillina (4-hidroxi-3-metilbenzaldehído), compuesto de estructura similar al eugenol (antimicótico) que se encuentra presente en la mayoría de los granos de vainilla; algunos autores lo mencionan como un antioxidante de alimentos con alto contenido de ácidos poliinsaturados, además posee la capacidad de inhibir el crecimiento microbiano en alimentos, cuando actúa sinérgicamente con otras barreras como reducción de la actividad de agua (a_w) y ajuste de pH.

Los resultados obtenidos, de la aplicación de vainillina en conjunto con una disminución de la actividad de agua y pH, sobre el crecimiento microbiano de sistemas frutícolas, muestran un importante efecto en la inhibición del crecimiento microbiano, pues disminuyen la velocidad de crecimiento al mismo tiempo que incrementan el periodo lag (o de germinación). Las concentraciones de vainillina utilizadas no han sido superiores a las 2000 ppm, lo cual mantiene las propiedades sensoriales de los sistemas evaluados (López-Malo *et al*., 1995), resultando ser una poderosa arma contra el crecimiento microbiano, en los procesos de conservación de productos frutícolas desarrollados por la tecnología de barreras.

Otro de los agentes naturales, con poderes antimicrobianos, de suma importancia en la actualidad, es la canela, especie cuyo principal componente es el aldehído cinámico (3-fenil-2-propenal), quien posee actividad antibacterial, inhibe el crecimiento de mohos y la producción de micotoxinas (García, 2004).

Los investigadores de la universidad de Bath, en Reino Unido, encontraron que el aldehído cinámico usado para rociar o sumergir frutas, extiende la vida de anaquel de frutos enteros como el durazno, pera, manzana, chabacano y nectarina, así como rebanadas de tomate, mango, melón, sandia y kiwi. Para el caso específico de las rebanadas de tomate, García (2004) reporta que los investigares obtuvieron una vida de anaquel de 42 días a 25ºC.

En general se ha observado que las concentraciones de antimicrobianos naturales, necesarias para la inhibición de microorganismos, suele ser mayor en alimentos en comparación con los medios de cultivo; ello repercute significativamente en el sabor, por lo cual se recomienda reforzar su efectividad con aditivos o combinaciones sinérgicas con otros compuestos (Gould, 1996).

3.2.3 Aplicación de métodos combinados a la conservación del durazno

La aplicación de la tecnología de métodos combinados a la conservación de durazno surge del interés de preservar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de dicha fruta, evitando al mismo tiempo el desarrollo microbiano; el objetivo es elaborar productos frutícolas (a base de durazno) durante gran parte del año, para aportarle valor agregado a la cosecha de pequeños productores como los presentes en la región de Huejotzingo. Lugar de especial interés en este proyecto, ya que su cosecha ocupa el segundo lugar de toda la cosecha de durazno producida en Puebla; quien a su vez, domina el segundo lugar como proveedor de durazno a nivel nacional.

El concepto de conservación de durazno aplicando tecnología de barreras, combina diferentes métodos de conservación para dar lugar a un producto estable, seguro y con apariencia fresca; entre las barreras comúnmente utilizadas destacan: escaldado (ligero tratamiento térmico de la fruta), adición de agentes depresores de la a_w como sacarosa o glucosa, reducción de pH con ácidos orgánicos como el ácido cítrico o fosfórico, y la adición de agentes antimicrobianos (preferentemente naturales) como vainillina y/o canela.

Se ha observado que la aplicación de métodos combinados a la conservación de durazno, provoca una disminución de la carga microbiana por efecto de escaldado, a pesar del incremento en la humedad de la fruta, como consecuencia del tratamiento térmico. La reducción de actividad de agua por adición de sacarosa y/o glucosa, así

como la disminución de pH por adición de ácido cítrico o fosfórico, incrementan la estabilidad de los productos frutícolas ante el crecimiento microbiano. Sensorialmente, las formulaciones en las cuales se combinan estos tres factores, son aceptables por parte de los consumidores.

En la actualidad existen escasos informes de la aplicación de estas tres barreras combinadas con la adición de agentes antimicrobianos naturales, sobre la estabilidad y aceptabilidad de la conservación de durazno o sus productos derivados. Sin embargo, para el caso de la vainillina como agente antimicrobiano, se prevé un aumento de la estabilidad microbiana de los sistemas, permaneciendo constante la aceptabilidad de los productos evaluados.

3.3 Formulación de productos de durazno

3.3.1 Introducción

Para la elaboración de productos de durazno es necesario contar con cantidades importantes de dicha fruta, con una elevada calidad, para poder procesarla de la forma más adecuada y así obtener productos estables y organolépticamente aceptables. En el caso de la elaboración de productos de humedad intermedia, se requiere algunas veces, tratar al durazno por la tecnología de métodos combinados, con el objetivo de conservarlo por largos periodos de tiempo, para que aún cuando no sea temporada de cosecha, se disponga de materia prima, durante todo el año, para generar una producción continúa de producto transformado.

Entre los productos que se pueden elaborar con el durazno conservado se encuentran: mermeladas, jaleas, duraznos en almíbar, jugos, néctares, purés y fruta deshidratada y/o cristalizada, por mencionar algunos. Uno de los productos de interés en esta tesis es la mermelada, razón por la cual se enfatizará sobre la formulación de la misma.

Por otra parte, una forma de consumir importantes cantidades de fruta en productos transformados, es mediante la elaboración de vinos de frutas, pues este proceso reduce las pérdidas poscosecha, al mismo tiempo que resulta económicamente factible para la mayoría de los productores. Sin embargo para la elaboración de éste alimento, no se requiere la previa conservación de la materia prima mediante la técnica

de métodos combinados, pues ello podría alterar la flora microbiana natural de dicha fruta, dificultándose la fermentación alcohólica y consecuentemente, imposibilitando la elaboración del producto de interés.

3.3.2 Formulación de mermeladas

Las mermeladas son consideradas alimentos de humedad intermedia, formuladas a partir de una o varias frutas de interés, ya sea en forma triturada o bien en pasta; se le añade una cantidad considerable de azúcar como agente reductor de la actividad de agua. La incorporación de azúcar se realiza mezclándola con la fruta, mientras se efectúa un calentamiento de la mezcla para facilitar tanto la incorporación de los ingredientes como la evaporación del agua contenida en el sistema, para su consecuente concentración; posteriormente se procede al envasado con su respectivo tratamiento térmico. La mermelada es semi-viscosa, con aspecto de gel, formado principalmente a partir del azúcar, los ácidos presentes y la pectina de la fruta y/o añadida (Catalán, 1999).

En forma general el proceso de elaboración de mermeladas involucra la conservación de la fruta de alta humedad, obtención de pulpa, concentración, envasado, tratamiento térmico y enfriamiento (Berlitz, 1986). La concentración se realiza por evaporación del agua y añadidura de azúcar hasta obtener 68ºBx; durante dicho proceso, los tejidos se ablandan, causando que la fruta absorba el azúcar y libere tanto pectina como ácidos; a causa de la presencia de los ácidos en conjunto con las elevadas temperaturas, ocurre una inversión parcial de los azúcares (Vergara y López-Malo, 2004).

La concentración de la mezcla se puede realizar de dos formas; en una de ellas se mezcla la fruta con una tercera parte de azúcar y cierta cantidad de agua en una paila abierta, entonces se procede a hervir la mezcla hasta que su volumen se reduzca a un tercio; posteriormente se le agrega, poco a poco, el azúcar restante, continuando la cocción con agitación. A lo largo del proceso de concentración – cocción, se debe tomar de forma continua, muestras de sólidos solubles; pues justo antes de llegar a los 68ºBx, se debe añadir la pectina, el ácido y los demás ingredientes. Terminando la concentración, la mezcla se enfría rápidamente hasta 85ºC (Vergara y López-Malo, 2004).

El segundo método de concentración se realiza determinando en primera instancia, los ºBx de la fruta, se corta en trozos, se escalda ligeramente y se prepara un volumen de solución de sacarosa con 30ºBx, de forma tal que su volumen sea tres veces el peso de la fruta, se mezclan ambos y se pone en ebullición suave. Se añade sacarosa cada 30 minutos, procurando que la solución aumente de 10 en 10 hasta llegar a los 60ºBx; entonces se agrega el ácido, la pectina y el resto de sacarosa para alcanzar los 66ºBx (Catalán, 1999).

Existen muchas fórmulas para mermeladas, cada país tiene sus disposiciones respecto de la clasificación en diferentes calidades y de la composición que debe cumplirse; un ejemplo de una clasificación que proporciona la cantidad de fruta, azúcar y agua, a partir de la cual debe elaborarse la mermelada de una cierta calidad, es la siguiente: primera calidad, elaborada con 50 kg de fruta, 50 kg de azúcar y 12.5 l de agua; segunda calidad, procesada con 45 kg de fruta, 55 kg de azúcar y 12.5 l de agua; tercera calidad, obtenida a partir de 35 kg de fruta, 65 kg de azúcar y 16 l de agua (Vergara y López-Malo, 2004). Estas mermeladas son elaboradas con materia prima fresca o conservada, para el caso de la conservada con cierta cantidad de azúcar, es necesario restar dicha cantidad de la indicada anteriormente.

Según la Norma Oficial Mexicana NMX-F-130-1982, el término mermelada de durazno se aplica al producto alimenticio obtenido por la cocción y concentración de la pulpa de durazno (*Prunus persica* en sus variedades) sanos, limpios y con el grado de madurez adecuado; ya sea frescos, congelados o debidamente preparados; adicionados de azúcar u otros edulcorantes naturales, agua, ingredientes opcionales (pectina, amortiguadores, ácidos orgánicos y conservadores) y aditivos permitidos; envasados en recipientes herméticamente cerrados y procesados térmicamente para asegurar su conservación. Existen dos tipos, la mermelada de durazno con trozos de fruta y aquella con fruta desmenuzada; ambas deberán prepararse con una proporción fruta-azúcar de 40%: 60% (m/m) y cumplirá con las especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas estipuladas en la Tabla 1 y 2, respectivamente.

Tabla 1. Especificaciones fisicoquímicas de mermelada de durazno.

Especificaciones	Mínimo	Máximo
% de sólidos solubles	64	-
Valor del pH	3.0	3.5
Vacío (kPa) (Proporcional al tamaño del envase)	23.7	-

Tabla 2. Especificaciones microbiológicas de mermelada de durazno.

Especificaciones	UFC/g
Mesófilos aerobios	50
Coliformes	10
Mohos y levaduras	20
Salmonella (en 25 g)	Negativo
Escherichia Coli (en 0.1 g)	Negativo

Defectos en mermeladas

De acuerdo con Vergara y López-Malo (2004), en la mermelada elaborada se pueden presentar los siguientes defectos:

- Desarrollo de hongos y levaduras en la superficie, como resultado del uso de envases no herméticos o contaminados, estructura débil por solidificación incompleta, bajo contenido en sólidos solubles o llenado de los envases a temperatura muy baja.
- Cristalización de azúcares debido a una baja inversión de la sacarosa por una acidez demasiado baja, una inversión elevada por una excesiva acidez o cristalización de la glucosa como consecuencia de una cocción prolongada.
- Caramelización de los azúcares, manifestada por una cocción prolongada o por un enfriamiento lento en la misma paila de cocción.
- Sangrado o sinéresis, la cual se presenta cuando la mezcla solidificada suelta líquido debido a una acidez excesiva, baja concentración de pectina o una inversión excesiva del azúcar.
- Estructura débil, causada por un desequilibrio en la composición de la mezcla, por la degradación de la pectina debido a una cocción prolongada, por la ruptura de la estructura en formación o por envasado a temperatura muy baja.
- Endurecimiento de la fruta, efecto del azúcar sobre la fruta poco escaldado o por empleo de agua con dureza elevada.

3.3.3 Formulación de vinos de frutas

Los vinos de fruta han sido por mucho tiempo, importantes productos obtenidos a partir del adecuado procesamiento de frutas; en los últimos años han ganado terreno

en muchos países, particularmente en aquellos donde su clima no propicia el crecimiento de uva de vinificación. Estos vinos de fruta son bebidas elaboradas de forma similar a la técnica utilizada para la vinificación convencional (Rose, 1977), con la diferencia que están formulados a base de frutos como la manzana, pera, arándanos, grosellas, duraznos, cerezas, fresas, frambuesas y zarzamoras, por citar algunos.

Per se, la expresión vino, denomina a una bebida alcohólica elaborada por fermentación del jugo, fresco o concentrado, de frutas o bayas. La mayor parte del vino, sin embargo, se obtiene por fermentación del jugo de uvas frescas, razón por la cual dicho término, a falta de más aclaraciones, se entiende responde a esta última definición. La graduación de los vinos convencionales varía entre un 7 y un 16% de alcohol por volumen, pero la mayoría de los vinos embotellados tienen entre 10 y 14 % (Amerine, 1976). Por otra parte, el término vino de frutas, según la reglamentación de la mayoría de los países productores de los mismos, se aplica a todo fruta o jugo (mosto) de fruta fermentado con un contenido de alcohol entre 8 y 9% por volumen; en dicha definición no se incluye a la sidra, ya que en ella el contenido alcohólico es menor pues no se le añade azúcar durante el proceso de vinificación (Rose, 1977).

La elaboración del vino constituye un delicado proceso biotecnológico en el cual participan un gran número de microorganismos. Durante el proceso, el mosto es transformado en vino debido al desarrollo de levaduras procedentes de la fruta y/o inoculadas intencionalmente en bodega. Dicha flora está formada principalmente por especies del género *Candida sp.*, *Kloeckera sp.*, *Saccharomyces sp.* y *Torulopsis sp.* (Aleixandre, 1999). A pesar del gran número de microorganismos presentes en las primeras etapas de fermentación, las levaduras apiculadas como la *Kloeckera apiculata* aseguran la primera parte del proceso fermentativo, produciendo los primeros 3 ó 4 grados alcohólicos, mientras que las *Saccharomyces ellipsoideus* invaden hacia la mitad de la fermentación, logrando producir de 4 a 16 grados de alcohol (su predominio se debe más que a su poder alcohólico, a su fuerte intensidad fermentativa, entendida como la cantidad de azúcar transformado por unidad de tiempo); hacia el final de la fermentación de los mostos ricos en azúcares, la especie más dominante es la *Saccharomyces oviformis* la cual alcanza los 17 ó 18 grados de alcohol, siendo muy útiles para el acabado de vinos de alta graduación alcohólica (Aleixandre, 1999).

Actualmente, en la práctica se emplea el pie de cuba para seleccionar las levaduras adecuadas y favorecer el arranque de las fermentaciones, paliando así su irregularidad y su duración; la técnica consiste en la preparación de levaduras

seleccionadas para ser colocadas en el fondo de un depósito con vendimia nueva. Los depósitos siguientes, pueden utilizar mosto del primero, con el fin de estimular el inicio de las fermentaciones consecutivas (Aleixandre, 1999).

Una vez comenzada la fermentación es necesario que los azúcares presentes en el mosto entren al interior del citoplasma celular de las levaduras, donde se localizan los sistemas enzimáticos responsables de la fermentación alcohólica; en el caso de vinos "chaptalizados" o añadidos con azúcar, las levaduras desdoblan en su exterior la sacarosa añadida para obtener glucosa y fructosa, pues no pueden metabolizar directamente el disacárido. El proceso catabólico exogénico de los azúcares es responsable del calor generado en el proceso fermentativo; calor a ser controlado mediante sistemas de refrigeración para obtener un producto de calidad aceptable (Rocha, 2005).

Después de la fermentación, el vino contiene en suspensión levaduras, bacterias, partículas amorfas y coloidales; todas ellas deberán ser removidas para dar lugar a un vino limpio, sin sedimentos; para lograrlo se procede a la clarificación, cuyo objetivo es evitar la turbidez. Según Aleixandre (1999), los tipos de clarificación que se utilizan en vinificación son:

- Clarificación espontánea: Consiste en la caída lenta y progresiva de las partículas en suspensión. Las más gruesas y pesadas caen al fondo del depósito, de donde son eliminadas por decantación o trasiego.
- Clarificación basada en la sedimentación: Por encolado se añade al vino un producto clarificante capaz de coagularse con él y de producir grumos; la formación de dichos grumos y su sedimentación arrastra a las partículas del enturbamiento y clarifican el vino. La clarificación por centrifugación tiene como fin acelerar la caída de las partículas y provocar una sedimentación rápida; sin embargo, su aplicación posee un límite, el cual se alcanza cuando las partículas que constituyen la turbidez, tienen la misma densidad que el líquido.
- Clarificación basada en la filtración: Se logra al hacer pasar un líquido turbio a través de una capa filtrante con poros muy finos; es una operación mecánica que plantea problemas de calidad, ya que hay que conseguir la limpidez del vino de modo que no se altere su calidad gustativa, y de rendimiento, es decir, cantidad de vino filtrado en función de la superficie de filtración.

En resumen, la elaboración de vinos de frutas se obtiene por fermentación de la fruta como consecuencia de la actividad de su flora microbiana natural e

intencionalmente inoculada, para provocar el desarrollo de compuestos volátiles que propiciaran la formación del gusto característico de dicha bebida. El proceso a seguir (Figura 5) para obtener la presencia del grado alcohólico tangible al contacto directo con el olfato y el paladar, es el siguiente (Murillo, 2006):

1. **Lavado y selección**: Las frutas deben ser lavadas y seleccionadas para utilizar únicamente las frutas maduras, limpias y sanas.
2. **Despulpado o prensado:** La fruta se somete a un despulpado, prensado, partido o cuarteado, de modo que la pulpa o el jugo queden expuestos a la acción de las levaduras. El producto de esta operación se conoce como mosto y puede contener jugo, cáscara, semillas etc. Dependiendo de la fruta utilizada, las cáscaras o semillas pueden impartir sabores deseables o indeseables al vino final, razón por la cual es una variable a controlar para obtener un producto final de elevada calidad.
3. **Ajustes al mosto**: Si se determina que la cantidad de azúcar del mosto es muy bajo (medición de grados brix), se puede enriquecer con la adición de jugo concentrado de la fruta, o bien, se puede adicionar azúcar blanco. Por ejemplo, para vino dulce de mesa se puede llevar el mosto a un total de 18 ªBx. Sin embargo, esta variable también puede ser cambiada, dependiendo del tipo de producto final que se desee tener.
4. **Adición de sulfito:** Esta sustancia se adiciona al mosto para evitar oxidación y en consecuencias, cambios de color indeseables. Además ayuda a controlar la presencia de microorganismos no deseados.
5. **Sedimentación y separación de líquido**: El mosto se puede colocar en un barril para que las partículas suspendidas se sedimenten. Una vez sedimentadas, el líquido se separa de las mismas por decantación, pasándolo a otro recipiente. En forma alternativa, los sólidos se pueden separar filtrándolos o colándolos.
6. **Fermentación**: Una vez que se tiene listo el jugo, se inocula con cultivo de levadura a una concentración de 1 a 2% del volumen. Este proceso se puede llevar a cabo en recipientes plásticos, tanques de madera o bien, en tanques de acero inoxidable. Durante dicho proceso se da la conversión de azúcar en alcohol y dióxido de carbono, teniendo la liberación de energía como otro producto de la reacción. Esta liberación de energía es muy importante ya que con la reducción de un 1% de azúcar en el mosto (por conversión a alcohol), se tiene un aumento de temperatura de aproximadamente 1.3 ºC (durante el proceso

se debe alcanzar una temperatura adecuada de modo que se puedan morir las levaduras por la acción del calor liberado). Es importante saber que el rendimiento de etanol es aproximadamente de un 55%. De modo que un jugo que tenga un contenido de azúcar de 20 % (20 ºBx), producirá aproximadamente, un vino con un 11% de etanol en volumen. En caso que se añada azúcar, es importante hacerlo en tres tantos, puede hacerse al inicio de la fermentación, luego a los cinco días y luego a los ocho días.

7. **Afinamiento**: Algunas veces el vino puede contener proteínas, polisacáridos o residuos de microorganismos.; mediante la agregación de compuestos como clara de huevo, gelatina o caseína, se produce la ruptura de las cadenas de polisacáridos para ser removidos posteriormente.
8. **Filtración**: Para clarificar y estabilizar el vino, puede pasarse por varios filtros. La tierra de diatómeas puede ser utilizado como agente filtrante. También se pueden usar agentes filtrantes más sencillos como tela de manta, equipos de filtración, etc.
9. **Embotellado**: Antes de ser embotellado se trata con bisulfito (SO_2). Las botellas se deben lavar muy bien con agua, jabón y esterilizarse haciendo un enjuague con agua hirviendo antes de ser utilizadas. Se llenan y se tapan con un tapón de corcho o cualquier otro tipo de tapa (se deja un espacio de cabeza mínimo).

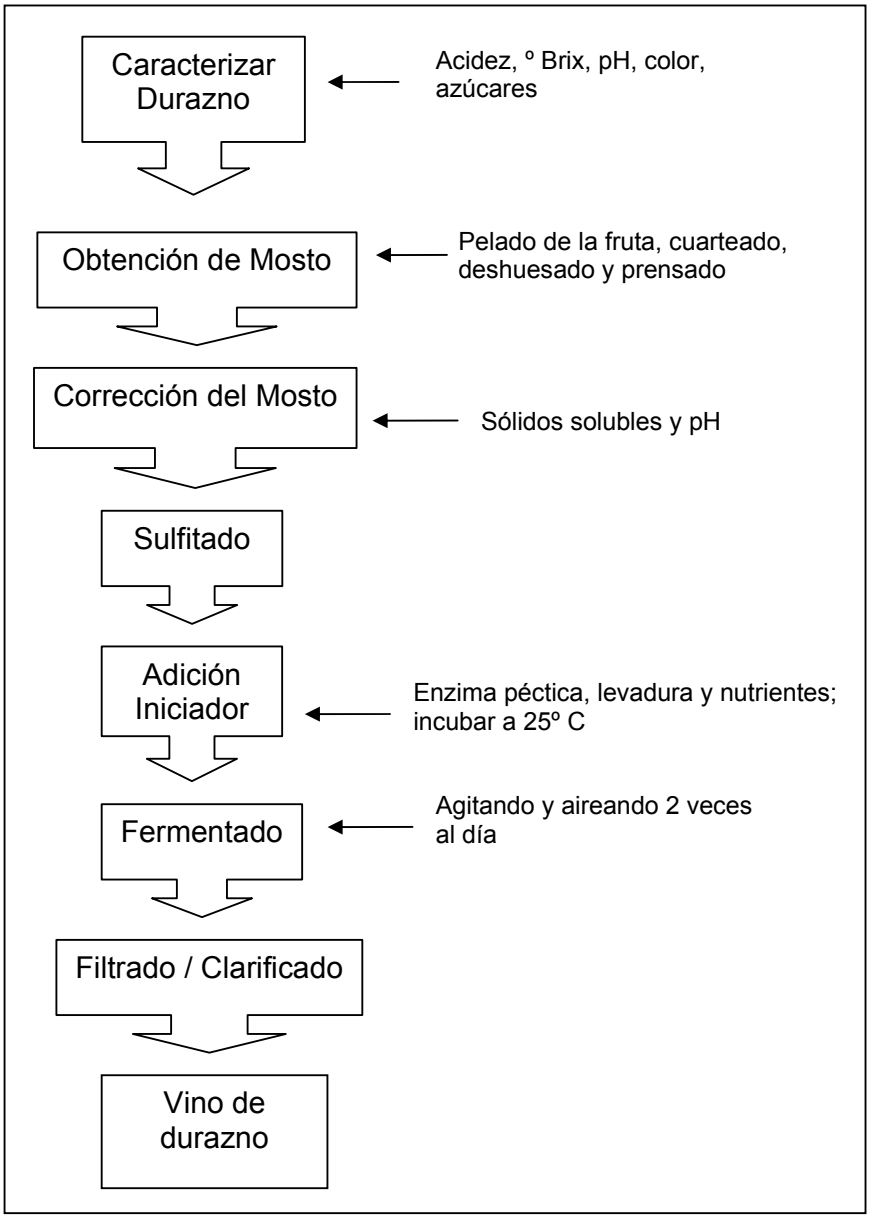


Figura 5. Proceso de elaboración de vino de durazno (Adaptada de: Wesche *et al*., 2002).

Enfermedades en vinos

Se dividen en aerobias y anaerobias, las primeras producidas por los microorganismos que se desarrollan sobre la superficie del vino, en contacto con el aire. Las segundas son las producidas por microorganismos que actúan en la masa del vino al abrigo o en presencia de muy poco aire (todos estos microorganismos pertenecen al grupo de las bacterias lácticas).

Dentro de las enfermedades aerobias se encuentran las flores del vino (producidas por levaduras de los géneros *Candida sp., Hansenula sp., Pichia sp. y Brettanomyces sp.*), elevada acidez volátil (causada por las levaduras *Saccharomyces aceti* y *Saccharomyces oxidans*) y picado acético (originado por las bacterias *Acetobacter* y *Gluconobacter*), por citar algunas (Aleixandre, 1999).

Respecto a las enfermedades anerobias, se dice que deben su origen a determinadas condiciones de operación bajo las cuales la presencia de microorganismos indeseables se hace factible, por ejemplo, si la alteración se desarrolla en plena fermentación en mostos-vinos con predominio de fructosa y formación tanto de manitol como de ácidos se trata de una fermentación manitica; pero si el proceso de alteración se desarrolla en un vino con menos de 10 g de azúcar, con producción de ácido láctico, se trata de fermentación láctica (Aleixandre, 1999).

En cualquiera de los dos casos, las alteraciones producidas al vino, degradan las propiedades organolépticas de la bebida, generando importantes pérdidas entre los productores como consecuencia de la inaceptabilidad del producto por parte de los consumidores.