

# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS  
CAMPUS CORDOBA  
POSTGRADO EN AGROINDUSTRIA

## **PARAMETROS DE EVALUACION DE CONSERVAS A BASE DE PIÑA Y CARAMBOLO**

**MARÍA DEL ROSARIO DÁVILA LEZAMA**

### **T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**MAESTRIA TECNOLÓGICA EN AGROINDUSTRIA**

CORDOBA, VERACRUZ

2010

La presente tesis titulada: “**Parámetros de evaluación de conservas a base de piña y carambolo**”, realizada por la alumna: **María del Rosario Dávila Lezama**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRIA TECNOLÓGICA EN AGROINDUSTRIA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:   
DR. FRANCISCO HERNÁNDEZ ROSAS

ASESOR:   
M.C. NATALIA REAL LUNA

ASESOR:   
DRA. KATIA ANGELICA FIGUEROA RODRIGUEZ

Córdoba, Veracruz a 3 de Febrero del 2010

# PARAMETROS DE EVALUACION DE CONSERVAS A BASE DE PIÑA Y CARAMBOLO

MARÍA DEL ROSARIO DÁVILA LEZAMA, M.T.

Colegio de Postgraduados, 2010

Existe poca información referente a conservas como tal, contrariamente la información relativa a mermeladas y jaleas es abundante. Por lo anterior, el marco teórico que compone esta tesis, se basa en información relativa a mermeladas. Las mermeladas tradicionalmente se caracterizan por ser alimentos de alta densidad energética, con propiedades sensoriales muy atractivas para los consumidores por su sabor, aroma, color y su estabilidad durante el almacenamiento. En el presente trabajo, los parámetros que nos permitieron evaluar una conserva fueron °Brix, pH, actividad de agua ( $a_w$ ) y viscosidad. Al analizar los parámetros de los tratamientos realizados podemos considerar que los tratamientos T3 y T4 de carambolo 60% - piña 40% cumplen con las características requeridas para la elaboración de una conserva de frutas, debido a que obtuvo los mejores valores de  $a_w$  y °Brix. El carambolo es la fruta que resultó tener las mejores características para elaboración de conservas. Al comparar todos los valores de mermeladas comerciales con los tratamientos realizados se observó que son similares en  $a_w$ , pH y acidez, siendo diferentes en lo referente a °Bx y viscosidad. Las variables °Brix,  $a_w$ , pH y viscosidad permitieron observar diferencias entre los tratamientos y conservas comerciales. Por lo que se verifica la hipótesis de que los parámetros: °Brix, pH, actividad de agua y viscosidad sirvieron como parámetros de comparación y selección.

**PALABRAS CLAVE:** Mermeladas, Grados Brix, Actividad de Agua, pH, Pectina

# EVALUATION PARAMETERS OF CONSERVES BASED IN PINEAPPLE AND CARAMBOLO

MARÍA DEL ROSARIO DÁVILA LEZAMA, M.T.

COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 2010

There is little information about conserves nevertheless they serve for conserving fruits proposes, on the contrary there is abundant information regarding jams and jellies for the same reason. The theory background of this thesis was based on information regarding jams. Traditionally, jams have been characterized for being a high energetic food, with attractive sensorial properties for consumers because of its taste, fragrance, color and storage stability. In the present work, the parameters which allowed us to evaluate conserves were °Brix, pH, water activity (aw) and viscosity. When analyzing the parameters of the performed treatments, we can consider that treatments T3 and T4 with a 60% carambolo and 40% pineapple ration, obtained the best characteristic for fruit conservation proposes. Carambolo had the best characteristics to elaborate conserves. When comparing the values of commercial jams with the performed treatments, it was observed that they were similar in aw, pH and acidity, being different in °Bx and viscosity. The variables °Brix, aw, pH and viscosity allowed then the observation of differences between treatments and commercial conserve. The hypothesis regarding the use of parameters such as °Brix, aw, pH, water activity and viscosity were verified, as they allowed comparison and selection of the best treatment.

**KEY WORDS:** Jam, Sugar Concentration, Water Activity, pH, Pectin.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Línea Prioritaria de Investigación 13, Comunidades Rurales Agrarias, Ejidos y Conocimiento Local del Colegio de Postgraduados por el apoyo para realizar la presente investigación.

### **Al Colegio de Postgraduados**

Por ser una Institución de apoyo en la superación Académica y profesional

### **A mi Consejo Particular**

Dr. Francisco Hernández Rosas

Dra. Katia A. Figueroa Rodríguez

M.C. Natalia Real Luna

### **A la Universidad Veracruzana**

Por darme la oportunidad de superarme como académico, motivándome cada día más haciéndome sentir orgullosa de formar parte de ella.

### **A la M.C. Natalia Real Luna**

Investigadora del Colegio de Postgraduados y mi asesor que siempre conté con su incondicional apoyo y confianza en la elaboración del presente trabajo.

### **A mi consejero: Dr. Francisco Hernández Rosas**

Por su invaluable asesoría en el término del presente trabajo

### **A la coordinación de la Maestría en Agroindustria**

Dra. Katia A. Figueroa Rodríguez

### **A mis compañeros de la MAI**

### **A M.C. Vidal Enriquez Ruvalcaba**

Por su apoyo y tiempo dedicado cuando tuve necesidad de aclarar algunas dudas

## DEDICATORIAS

### **A Dios**

Por darme oportunidades de vida.

### **A la Santísima Virgen de Juquila**

En la cuál me he cobijado cuando en mis momentos críticos he sentido flaquear.

### **A mi Padre Sr. Jorge Dávila Manjarréz (QEPD)**

Porque donde estés se que te sentirás orgulloso de la hija que formaste.

### **A mi mama Sra. Dolores Lezama Rosas**

Por su amor, entrega y apoyo en todos los momentos de mi vida, gracias mami.

### **A mi hija Laura Sánchez Dávila**

Por ser un incentivo y un orgullo en mi vida.....gracias hija

### **A mis otros hijos: Dorian Daiana Dávila Álvarez y Néstor Alarcón Dávila**

Por formar parte de mi vida..... los amo

### **Al M.C. Hilario Ortiz Romero**

Por ser parte importante en mi vida, agradezco tu apoyo y tu amor. Recuerda que te admiro.

### **A la M. C. Teresita Ramírez Hernández**

Por su apoyo en mi formación profesional y personal; gracias Tere.

### **Con especial dedicatoria nuevamente a la M.C. Natalia Real Luna**

Por que al conocerla aprendí de sus valores, fortalezas y conocimientos. Muchas gracias por su paciencia, su apoyo y sobre todo su tiempo.

### **A mis eternas amigas y compañeras:**

Q.A. Alejandra Vargas Salinas; Dra. Hilda Lee Espinoza; Lic, Valentina Cardeña Gopar, Sra. Minerva Velásquez Vázquez, por estar siempre que las he necesitado, muchas gracias por considerarme su amiga.

**A mis alumnas:** Mariel, Guillermina, Briseida, Elba, Lourdes, Diana, Nanyelly y Dra. Elsa.

## INDICE

AGRADECIMIENTOS .....	v
INDICE .....	vii
INDICE DE CUADROS .....	ix
INDICE DE FIGURAS .....	x
INDICE DE ANEXOS .....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	3
2.1. Pregunta de investigación.....	3
2.2. Hipótesis .....	3
2.3. Objetivo.....	3
3. MARCO DE REFERENCIA .....	4
3.1. Elaboración de conservas.....	6
3.2. Elaboración de mermeladas .....	7
3.2.1. Control del pH como método de conservación.....	8
3.2.2. Control de la actividad de agua como método de conservación .....	11
3.2.3. Viscosidad como indicador de calidad .....	14
3.2.4. Otros controles a considerar en la elaboración de conservas de frutas	15
3.3. Composición de las mermeladas .....	17
3.3.1. Azúcares y sustitutos .....	17
3.3.2. Gelificantes.....	19
3.3.3. Fruta.....	22
3.4. Piña.....	25

3.4.1. Composición nutrimental.....	27
3.4.2. Usos e industrialización.....	30
3.5. Carambolo .....	34
3.5.1. Composición nutrimental.....	36
3.5.2. Usos e industrialización.....	38
3.6. Normatividad para mermeladas.....	38
4. MATERIALES Y METODO.....	40
4.1. Tratamientos.....	40
4.2. Materias primas .....	41
4.2.1. Análisis de materia prima en fresco .....	42
4.2.2. Análisis de materia prima antes de proceso.....	43
4.3. Proceso para obtener las conservas.....	44
4.4. Evaluación de la estabilidad de las conservas.....	46
4.5. Análisis estadístico .....	47
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	53
8. ANEXOS .....	58



## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Procedimientos de conservación y aplicación en la industria .....	4
Cuadro 2. Métodos industriales de conservación y su acción conservante.....	5
Cuadro 3. Intervalos de pH que posibilitan el crecimiento de algunos microorganismos .....	8
Cuadro 4. Valores mínimos y máximos de $a_w$ requeridos para el desarrollo microbiano.....	13
Cuadro 5. Frutas climatéricas y no climatéricas .....	25
Cuadro 6. Producción de piña en el estado de Veracruz .....	27
Cuadro 7. Composición de 100 g de Piña .....	28
Cuadro 8. Composición de carambolo en base a 100 g de pulpa comestible.....	36
Cuadro 9. Determinaciones bromatológicas a carambolo en diferentes fases de madurez .....	37
Cuadro 10. Normas nacionales aplicables a mermeladas.....	39
Cuadro 11. Tratamientos experimentales.....	40
Cuadro 12. Mermeladas comerciales empleadas como controles .....	41
Cuadro 13. Caracterización de las variedades de piña .....	42
Cuadro 14. Caracterización del carambolo en diferentes estados de madurez ....	43
Cuadro 15. Análisis de los tratamientos antes de entrar al proceso.....	44
Cuadro 16. Parámetros de estabilidad de las muestras de la conserva de frutas en los diferentes tratamientos .....	48
Cuadro 17. Parámetros de estabilidad de las muestras comerciales.....	50

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Forma del carambolo .....	34
Figura 2. Fases del desarrollo del carambolo.....	35
Figura 3. Aristas del carambolo.....	35
Figura 4. Grados de madurez del carambolo .....	43
Figura 5. Diagrama de flujo de la elaboración de conservas.....	45

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Resultados del análisis estadístico.....	58
Anexo 2. Glosario.....	69

## 1. INTRODUCCIÓN

Las conservas al igual que los demás productos alimenticios, deben satisfacer las expectativas del consumidor, expectativas que podemos analizar desde distintos puntos de vista: a) sanitario y nutritivo, es decir, deben ser inocuos, satisfacer las mínimas normas sanitarias exigibles a todo producto alimenticio y saludables, aportar los debidos elementos nutritivos en función de los ingredientes mayoritarios que las componen; b) organoléptico, deben resultar apetecibles a primera vista “que entren por los ojos”, su color debe estar de acuerdo con la fruta que constituye su ingrediente principal y con el proceso al que se sometió el producto, su sabor debe ser típico de la fruta y ofrecer una relación equilibrada entre dulzura y acidez: c) calidad esperada del producto, estos productos deben cumplir las exigencias de la categoría comercial indicada en la etiqueta, de acuerdo con la normativa vigente, la fruta utilizada, principal ingrediente de éstos productos, debe responder a las expectativas de la calidad indicada. Otra expectativa del consumidor es en relación a la textura la cual debe resultar agradable al paladar y poder untar fácilmente y su periodo de vida comercial y de consumo debe mantener las características nutritivas y organolépticas. La formulación y desarrollo de productos no solo tiene una función nutricional y sensorial como ocurre con los alimentos tradicionales, sino también una función fisiológica que busca proteger el estado de salud del consumidor (Boatella, 2004).

Existe poca información referente a conservas como tal, contrariamente la información relativa a mermeladas y jaleas es abundante. Por lo que el marco teórico que compone esta tesis, se basa en información relativa a mermeladas, que sirvió de base para el diseño experimental. Las mermeladas tradicionalmente se caracterizan por ser alimentos de alta densidad energética, con propiedades sensoriales muy atractivas para los consumidores por su sabor, aroma, color y su estabilidad durante el almacenamiento. Desde el punto de vista nutricional, las mermeladas aportarían solamente energía (Hoogenkan, 1994).

La tendencia actual en cuanto al consumo, es desarrollar productos hipocalóricos, sustituyendo parcialmente la concentración de azúcares solubles por edulcorantes sintéticos no metabolizables para moderar su consumo, ya que pueden contribuir al aumento de la obesidad y de caries dentales (Maiz, 1997).

En esta investigación se utilizaron como parámetros para la estabilidad de varias conservas el pH y los grados Brix; mientras que para evaluar dicha estabilidad se recurrió a la actividad de agua y la viscosidad. Todos estos parámetros son considerados recurrentemente por la industria de elaboración de mermeladas.

## **2. PROBLEMA DE INVESTIGACION**

### **2.1. Pregunta de investigación**

¿Qué parámetros nos permiten evaluar una conserva?

### **2.2. Hipótesis**

Los parámetros: grados Brix, pH, actividad de agua y viscosidad permiten evaluar las conservas.

### **2.3. Objetivo**

Determinar si los parámetros grados Brix, pH, actividad de agua y viscosidad son significativos para evaluar las conservas.

### 3. MARCO DE REFERENCIA

Un factor importante que ha ayudado al incremento en el consumo de las frutas es el empleo de nuevas tecnologías para mejorar su modo de conservación. Un aspecto muy importante que debe tomarse en cuenta durante la elaboración de conservas de frutas, es la alteración de la estructura celular que puede provocar cambios en la textura y, por consiguiente, una disminución de aceptabilidad. Tanto el calor como la congelación desorganizan la pared celular y, por lo tanto, condicionan una pérdida de turgencia. Otro aspecto de gran trascendencia en la industria es el cambio de coloración de algunas frutas y vegetales por efecto del calor a la acidez del medio (Benavente, 1996).

En el Cuadro 1 se presentan los procedimientos de conservación y aplicación en la industria, mientras que en el Cuadro 2, se describen los diferentes métodos de conservación de frutas y hortalizas.

**Cuadro 1. Procedimientos de conservación y aplicación en la industria**

<b>Procedimientos de conservación</b>	<b>Aplicaciones prácticas en la Industria</b>
Almacenamiento refrigerado	Frutas y vegetales, productos de cuarta gama
Congelación	Frutas y vegetales congelados
Secado/deshidratación	Frutas y vegetales deshidratados
Liofilización	Frutas confitadas
Concentración	Zumos de frutas
Preservación química	Frutas semiprocesadas
Preservación con azúcar	Mermeladas, jaleas, confituras
Pasteurización	Zumos vegetales y de frutas
Esterilización	Conservas de frutas y vegetales
Filtración esterilizada	Zumos de frutas
Irradiación	Frutas y vegetales

Fuente: De Dauthy, 1995

**Cuadro 2. Métodos industriales de conservación y su acción conservante**

<b>Tipo</b>	<b>Métodos</b>	<b>Acción conservante</b>
<b>Físicos</b>	Pasteurización Esterilización Refrigeración/congelación  Secado/concentración Deshidratación por aire o por congelación (liofilización)  Nuevas tecnologías (irradiación, alta presión, microondas, campos eléctricos, etc)	Reducción o eliminación de microorganismos Ralentización de la actividad enzimática y del crecimiento de microorganismos  Reducción de la humedad y de la actividad de agua  Reducción de humedad, crecimiento microbiano y preservación de componentes nutritivos.
<b>Químicos</b>	Adición de azúcar (mermeladas, jaleas, confituras) Ahumado  Salado (salmuera)  Acidificación artificial (encurtido)	Inhibición de crecimiento microbiano  Potencia la acción del salado previo  Inhibición del crecimiento microbiano Inhibición de crecimiento de microorganismos acidófilos (toxina botulínica), hongos y levaduras
<b>Bioquímicos</b>	Adición de Alcohol etílico Acción antiséptica Fermentación láctica natural Fermentación alcohólica	Bactericida  Inhibición de la flora microbiana alcalina

Fuente: De Dauthy, 1995

Dos de los procedimientos que son de importancia debido a los volúmenes de producción en la industria, son los productos a los que se les adiciona azúcar, sea en forma de mermelada o jalea.

Las jaleas pertenecen al grupo de conservas de frutas las cuales se definen como un producto semisólido preparado a partir de la mezcla de 45 partes de frutas lista para procesar con 55 partes de azúcar. Esta mezcla debe ser cocinada hasta que

llegue a un contenido final de sólidos que puede ir de 65 a 68%. Aún estando caliente se procede a envasarla para mantener su estabilidad en la conservación.

Por lo general las jaleas se preparan a partir del jugo de la fruta y se llega a obtener una consistencia de gel, puede contener trozos de fruta o prescindir de ellos. El grado de dureza final depende del uso de agentes gelificantes como la pectina, que debe ser añadida en condiciones controladas de acidez y porcentaje de sólidos para garantizar la calidad del gel final. Para asegurar que se podrá conservar bien estando a temperatura ambiente (vida de estante) se pueden añadir aditivos químicos como preservantes, principalmente para combatir hongos; debe mantenerse en refrigeración una vez abierto el producto (Bello, 2000)

Mientras que la mermelada es un producto del grupo de conservas de frutas las cuales se definen como un producto semisólido preparado a partir de la mezcla de 45 partes de frutas lista para procesar con 55 partes de azúcar. Esta mezcla debe ser cocinada hasta que llegue a un contenido final de sólidos que puede ir de 65 a 68%. La consistencia final es semifluida y no de gel como la jalea. Por su alto contenido de azúcar y el llenado en caliente, este tipo de producto tiene una vida útil relativamente alta. Su estabilidad se mantiene usando un empaque adecuado y manteniéndolo en refrigeración una vez abierto. Para asegurar que se podrá conservar bien se pueden añadir aditivos químicos como preservantes, principalmente para combatir hongos (Bello, 2000).

### **3.1. Elaboración de conservas**

Las conservas de frutas con azúcar, se basan en la utilización de altas concentraciones de azúcares con la pulpa o el jugo de las frutas a fin de que sean productos en donde difícilmente proliferen el moho y los hongos, entre ellos tenemos a las mermeladas (FAO, 1993).



La mermelada es un producto del grupo de conservas de frutas las cuales se definen como un producto semisólido preparado a partir de la mezcla de 45 partes de frutas lista para procesar con 55 partes de azúcar. Esta mezcla debe ser cocinada hasta que llegue a un contenido final de sólidos que puede ir de 65 a 68%. La consistencia final es semifluida y no de gel como la jalea. Por su alto contenido de azúcar y el llenado en caliente, este tipo de producto tiene una vida útil relativamente alta. Su estabilidad se mantiene usando un empaque adecuado y manteniéndolo en refrigeración una vez abierto. Para asegurar que se podrá conservar bien se pueden añadir aditivos químicos como preservantes, principalmente para combatir hongos.

### **3.2. Elaboración de mermeladas**

En la preparación de las mermeladas se debe considerar: el tipo de producto deseado y la categoría comercial como producto normal, light, dietético, uso industrial específico, etc. además el contenido en fruta y en azúcares que se quiere conseguir en el producto final. El tamaño y las características de los trozos de frutas, la textura, la viscosidad del producto y en consecuencia, el tipo de espesante adecuado si es que se va a emplear, el proceso a seguir, el tipo de características del envase y finalmente, aunque no menos importante, el costo del producto.

La fruta o la mezcla de frutas en su caso, es el ingrediente que les da identidad propia formando parte de la denominación comercial del producto. Por su valor nutritivo y sus características organolépticas, constituye un grupo de productos muy apreciado y de gran consumo en desayunos, meriendas y postres.

### 3.2.1. Control del pH como método de conservación

La adición de acidulantes, como el ácido cítrico, tiene como función de ajustar la acidez para equilibrar el sabor dulce/acido, equilibrar la gelificación en función a la pectina presente en las frutas y por diversos motivos fisiológicos, que implican desde la disponibilidad de nutrientes hasta variaciones en la estructura de las membranas, el pH es un factor que puede ralentizar hasta virtualmente detener, el crecimiento de muchos microorganismos. Ha de ser contemplado por tanto, como una fuente de información sobre los microorganismos potencialmente activos como con vistas a usarlo como un método de conservación. Esta información se deduce de la comparación en el Cuadro 3 que se presenta a continuación (Boatella, 2004).

**Cuadro 3. Intervalos de pH que posibilitan el crecimiento de algunos microorganismos**

TIPO	MINIMO	OPTIMO	MAXIMO
Mohos	1.5 – 3.5	4.5 – 6.8	8.0 – 11.0
Levaduras	1.5 – 3.5	5 – 6.5	8.0 – 8.5
Bacterias	4.5	6.5 – 7.5	11.0
Bacterias acéticas	4.0	5.4 – 6.3	9.2
Bacterias lácticas	3.2	5.5 – 6.5	10.5
<i>L. plantarum</i>	3.5	5.5 – 6.5	8.0
<i>Leu. Cremoris</i>	5.0	5.5 – 6.0	6.5
<i>S. Lactis</i>	4.1 – 4.8	6.4	9.2
<i>L. acidophilus</i>	4.0 – 4.6	5.5 – 6.0	7.0
<i>Pseudomonas</i>	5.6	6.6 – 7.0	8.0
<i>P. aeruginosa</i>	4.4 – 4.5	6.6 – 7.0	8.0 – 9.0
<i>Enterobacterias</i>	5.6	6.5 – 7.5	9.0
<i>S. Typhi</i>	4.0 – 4.5	6.5 – 7.2	8.0 – 9.6
<i>E. coli</i>	4.3	6.0 – 8.0	9.0
<i>Staphylococcus</i>	4.2	6.8 – 7.5	9.3
<i>Clostridium</i>	4.6 – 5.0	--	9.0
<i>Cl. Botulinum</i>	4.8	--	8.2
<i>Cl. perfringens</i>	5.5	6.0 – 7.6	8.5
<i>Cl. Sporogenes</i>	5.0 – 5.8	6.0 – 7.6	8.5 – 9.0
Bacillus	5.0 – 6.0	6.8 – 7.5	9.4 – 10.0

El sabor ácido de un alimento depende de su pH, no hay que confundir sabor ácido con función química ácida (algunos aminoácidos con función ácida tienen sabor dulce, y otros como el ácido pícrico amargo).

Al reducir la concentración de protones disminuye la sensación ácida. Aquellos alimentos con pH más pequeño son los que tendrán sabor más ácido. Así en la industria alimenticia se manipula el sabor de los alimentos con adición de sustancias acidulantes. También puede influir el pH de la saliva, ya que tiene capacidad reguladora del pH. La cantidad de saliva (a menor cantidad de saliva menor sabor ácido).

La acidez de una sustancia depende de la naturaleza de los protones de su estructura, de la velocidad con que los protones se separan del conjunto del alimento.

Es frecuente en tecnología de alimentos la adición de aditivos acidulantes. Estos aditivos desempeñan además otras funciones: acción saborizante del sabor global del alimento, reguladores del pH, sinergia con antioxidantes (cítrico), modificadores de la viscosidad, modificador de los puntos de fusión de las grasas, así como modificar la plasticidad de los alimentos como en el queso.

Los aditivos acidulantes utilizados son:

- acético
- propiónico
- sórbico
- succínico
- adípico
- fumárico
- láctico
- málico
- tartárico

- cítrico
- fosfórico

Todos ellos difieren en su forma de actuar en el sentido del gusto. Y todos tienen un umbral del sentido del gusto (pH); los fuertes alrededor de 3.4 a 3.5 y los débiles 3.7 a 4.1. Si se emplean mezclas estas zonas varían. Pueden recibir transferencia de otras sustancias, así una pequeña cantidad de cloruro sódico que no manifieste su sabor puede moderar la acidez del cítrico; o la sacarosa también puede actuar como regulador. Los alimentos ácidos por la presencia de estos acidulantes son más resistentes a la contaminación.

Uno de los factores de mayor importancia que nos define el tipo de proceso requerido para un alimento es su pH ya que la resistencia térmica de las esporas está íntimamente ligada con la acidez del medio en que se desarrollan. Existen varias clasificaciones de los alimentos con respecto a la acidez y las mermeladas están clasificadas como alimentos de alta acidez (pH 3.7 o menor) por ello los alimentos con alta acidez basta con someterlas a un proceso de pasteurización como método de conservación y los alimentos con pH superiores a 4.5 se requieren métodos más severos.

La acidez en los alimentos se deriva básicamente de los ácidos orgánicos e inorgánicos que pudiesen estar presentes. Sin embargo, el factor de importancia en el crecimiento de microorganismos es el pH y no la acidez. En éste sentido es conveniente hacer una distinción entre ambos. La acidez está asociada con los grupos carboxílicos e hidrogeniones presentes y normalmente se determina mediante la titulación con un álcali fuerte como el NaOH, hasta el viraje de un indicador como fenofaleína o electromagnéticamente con un potenciómetro. Entre los ácidos más frecuentes en los alimentos que proporcionan acidez están los ácidos cítrico, láctico, málico y tartarico.

El pH, en cambio, mide la presencia de hidrogeniones ( $H^+$ );  $pH = -\log (H^+)$ . La mayoría de los alimentos presentan niveles de pH en un rango entre 2 y 7. Los microorganismos presentan pH óptimos, máximos (generalmente en la región alcalina que no es de uso práctico en los alimentos) y mínimos de crecimiento, por debajo de los cuales no se desarrollan, aunque pueden quedar viables. Las bacterias suelen crecer mejor en condiciones cercanas a la neutralidad (por ejemplo de 6 a 7), mientras que los mohos pueden tolerar pH más bajos y crecer incluso en alimentos a pH 2 y 3, mientras que las levaduras pueden crecer a pH intermedios. A medida que el pH disminuye, la resistencia al calor de los microorganismos se reduce y, si el pH es suficientemente bajo (Barreiro, 2002).

### **3.2.2. Control de la actividad de agua como método de conservación**

El agua es un componente mayor en la mayoría de los alimentos, donde contribuye en forma importante a sus características como textura, apariencia, sabor, etc. Igualmente, el agua es un factor importante en el deterioro de alimentos por el papel que desempeña en el desarrollo de diferentes reacciones químicas y enzimáticas, así como en el desarrollo microbiano (Fennema, 1985).

Desde la antigüedad se ha reconocido que los alimentos con mayor contenido de humedad son los más perecederos, de tal manera que el control en el contenido de humedad de un producto es una herramienta para su conservación, así que desde hace muchísimos años se ha practicado el secado al sol, el salado, el azucarado e incluso la congelación de alimentos. En todos estos casos, el control del contenido de humedad, ya sea removiendo agua o dejándola indisponible en forma de hielo o ligada a otros compuestos, produce la estabilidad tanto química como biológica del alimento (Labuza, 1980).

El agua libre de las frutas y hortalizas es el agua que está disponible para las reacciones químicas, para el desarrollo de microorganismos, y para actuar como

medio de transporte de los compuestos. La relación entre el contenido de agua de un alimento y su actividad de agua ( $a_w$ ) es compleja. Un incremento en la  $a_w$  generalmente, se ve acompañado de un aumento en el contenido de agua, pero en e forma lineal.

La  $a_w$  es uno de los parámetros más importantes para la conservación de alimentos, ya que está relacionada con el desarrollo de microorganismos y los cambios químicos y enzimáticos. Los productos con un valor de  $a_w = 0.3$  son estables frente a la oxidación lipídica, la actividad enzimática, el pardeamiento no enzimático y el desarrollo de microorganismos. Si bien, al aumentar los valores de  $a_w$ , la probabilidad de deterioro del alimento también lo hace.

Es fundamental conocer el valor de  $a_w$  crítico para que un microorganismo que pueda producir deterioro en un alimento no se desarrolle. Se sabe que cada microorganismo tiene un valor de  $a_w$  crítico, por debajo del cual no se produce crecimiento, así; algunos microorganismos patógenos no crecen a valores  $a_w$  menores a 0.86; levaduras y mohos son más tolerantes y no suelen desarrollarse a  $a_w$  menores a 0.62.

Las reacciones catalizadas por enzimas se pueden producir en alimentos que poseen un contenido de agua relativamente bajo. Generalmente, la tasa de hidrólisis aumenta al aumentar la  $a_w$ , pero es extremadamente baja en valores de  $a_w$  bajos. Además, la hidrólisis aumenta al aumentar el contenido de agua. El aparente cese de estas reacciones en condiciones de baja humedad, no se puede atribuir a una inactivación irreversible de las enzimas, ya que si se humedece la hidrólisis se produce de nuevo (Miller, 2003). Por otra parte la actividad del agua es un factor fundamental en la proliferación de microorganismos. Como se muestra en la tabla siguiente, los microorganismos necesitan una determinada actividad de agua para crecer. En el Cuadro 4, se indica la  $a_w$  mínimos y máximos requeridos para el desarrollo microbiano.

**Cuadro 4. Valores mínimos y máximos de  $a_w$  requeridos para el desarrollo microbiano**

	$a_w$
<b>Bacterias</b>	<b>Mayor de 0.910</b>
Acetobacter	0.990
<i>C. botulinum</i>	0.979
<i>C. perfringens</i>	0.970
<i>E. Coli</i>	0.957
<i>Salmonella sp</i>	0.950
<i>B. subtilis</i>	0.900
<i>S. aureus</i>	0.860
<b>Levaduras</b>	<b>Mayor 0.87</b>
<i>S. cerevisiae</i>	0.90-0.94
<b>Mohos</b>	<b>Mayor 0.70</b>
Mohos serófilos	0.70

Las mermeladas se pueden incluir dentro del grupo de los llamados productos de humedad intermedia dadas sus características y contenido de azúcares, así como la correspondiente actividad de agua ( $a_w$ ). Tradicionalmente los alimentos que se han mezclado para alcanzar un valor de  $a_w$  determinado permiten que su vida útil sea larga y segura y además conserven su palatabilidad. Los avances realizados en los últimos años han conducido a los llamados alimentos de humedad intermedia (Intermediate Moisture Foods, IMF). Los IMF tienen un rango de  $a_w = 0.60-0.90$  y un contenido de humedad de 10 a 50%. La adición de conservantes proporciona un margen de seguridad frente al deterioro causado por microorganismos tolerantes a valores de  $a_w$  bajos, como *Sataphilococcus aureus* que tolera en condiciones aerobias valores de  $a_w$  inferiores entre 0.83 y 0.86.

Aunque el control microbiológico de los IMF no es solo en función de la  $a_w$ , existen otros parámetros como el pH, temperatura, la adición de conservantes, la microflora competitiva, etc, que deben controlarse. Las frutas tienen una  $a_w = 0.65$  a 0.90 y un contenido de humedad 15 a 40%. Por lo general, son estables a temperatura ambiente, no suelen necesitar un procesamiento térmico y se pueden consumir sin necesidad de rehidratación (Badui, 1993).

La producción de alimentos que sean estables a temperatura ambiente presentan inconvenientes ya que se limita por la elevada concentración de solutos necesarios para disminuir la  $a_w$ , y además pueden afectar sus propiedades sensoriales. Una de las prácticas más comunes para conservar frutas es añadirles gran cantidad de azúcar durante el procesado crean una capa protectora para evitar la contaminación microbiológica tras el tratamiento térmico. El azúcar actúa como depresor de la  $a_w$  ( $a_w = 0.70$ ) y limita el crecimiento bacteriano, pero algunos mohos y levaduras pueden desarrollarse. Por éste motivo, generalmente se le tiene que añadir conservantes químicos que inhiban el crecimiento microbiano en frutas y hortalizas.

Algunos IMF contienen niveles de aditivos altos (nitritos, sulfitos, humectantes, etc.) que pueden producir problemas sanitarios y legales. Actualmente, se tiende a mejorar la calidad, disminuyendo la adición de azúcar y sal, por lo que el contenido de humedad y la  $a_w$  aumentan, pero manteniendo la estabilidad microbiológica y la seguridad de los productos si se almacenan refrigerados.

Los IMF no poseen una definición precisa en cuanto al contenido de humedad y actividad de agua ( $a_w$ ), a menudo se han propuesto diferentes rangos, oscilando para la humedad entre 10% y 50%, proponiéndose para la  $a_w$  límites de 0.60 a 0.90 (Karel, 1973 y Ericksson, 1982).

Así los productos que tengan una actividad de agua  $a_w$  de 0.91 se clasifican como conservables. Badui (1993) reporta que en muestras de mermelada se observa una actividad de agua de 0.907 a un pH de 3.39.

### **3.2.3. Viscosidad como indicador de calidad**

Los alimentos pocas veces tienen propiedades reológicas simples. Además, la mayoría de sus medidas están referidas a las condiciones arbitrarias impuestas por un instrumento específico. Lo que se mide, generalmente, no es un parámetro



reológico puro sino la manera en la cual varían las propiedades bajo algunos sistemas estandarizados de fuerzas aplicadas.

La viscosidad ( $\eta$ ), es la resistencia de un líquido a fluir. La unidad de viscosidad es el poise (g /cm s); más comúnmente, se usa un submúltiplo de ella, el centipoise. Es importante considerar la relación definida que existe entre la viscosidad y la temperatura, razón por la cual ésta debe mantenerse constante al hacer las mediciones para obtener resultados comparables. Casi nunca se reporta en términos de viscosidad absoluta, sino como viscosidad relativa, o sea la viscosidad de la sustancia comparada con la viscosidad de un líquido en referencia, generalmente el agua. Las mermeladas se encuentran clasificadas dentro de los fluidos pseudoplásticos los cuales son independientes del tiempo y la viscosidad aparente disminuye con el aumento del esfuerzo cortante (Ibarz, 2005).

La viscosidad es una propiedad de los fluidos que es de gran importancia en múltiples procesos industriales, además de ser una variable de gran influencia en las mediciones de flujo de fluidos, el valor de viscosidad se usa como punto de referencia en la formulación de nuevos productos, facilitando la reproducción de la consistencia de un lote a otro (Ibarz, 2005).

#### **3.2.4. Otros controles a considerar en la elaboración de conservas de frutas**

Entre los controles que se deben considerar al elaborar una conserva a base de frutas son:

- a) Controles fisicoquímicos, tales como el pH, grados Brix ( $^{\circ}$ Bx) y acidez;
- b) Organolépticos: Color, olor y sabor;
- c) Defectos presentes: materias extrañas, presencia de huesos, restos de vegetal propios y presencia de hojas o pedúnculos.

Mientras que los controles de proceso a considerar son: preparación y mezcla de los ingredientes, concentración (grados Brix), cocción (temperatura/tiempo), dosificación (peso neto), cerrado (vacío), pasteurización y enfriamiento (temperatura y tiempo) y los controles del producto terminado, como son: características fisicoquímicas (vacío, peso neto, °Bx, pH y viscosidad), características organolépticas (olor, sabor, color, textura) y defectos que se pueden presentar en el producto terminado (materias extrañas, presencia de huesos, pedúnculos, restos de vegetal, semillas, etc.) (Aranceta, 2006).

Cabe hacer mención que también pueden presentarse problemas en el producto en la etapa final y entre ellos tenemos: cierre defectuoso o falta de hermeticidad: el cuál es provocado, en la mayoría de las ocasiones, por un defecto en la tapa, en la boca del frasco o en la operación de cerrado. Se manifiesta por la ausencia de vacío en el interior del frasco y la alteración del producto el cual se puede producir como consecuencia del desarrollo de mohos o levaduras. Cuando mayor es la concentración de azúcares menos es el riesgo de crecimiento de éstos microorganismos. La adición de conservadores inhibe su desarrollo. Los productos envasados en envases herméticos y pasteurizados permanecen estériles comercialmente, por lo que su conservación está garantizada hasta su apertura, una vez abiertos los envases se recomienda guardarlos en el frigorífico y consumirlos en un plazo de tiempo razonable.

El color oscuro es debido a una cocción excesiva, especialmente en el caso de las frutas de color claro. La cristalización de los azúcares en los productos con alto contenido de azúcares se debe a que se cristaliza la sacarosa y con la adición de jarabe de glucosa se evita este riesgo (López, 2004).

### **3.3. Composición de las mermeladas**

Entre los ingredientes que componen las mermeladas conviene distinguir los mayoritarios los cuales son los azúcares y las frutas que entran en su composición en mayor cantidad y que constituyen la esencia de los productos, los ingredientes minoritarios cumplen una función tecnológica y aparecen en su composición en cantidades pequeñas (Belitz y Grosch, 1997).

#### **3.3.1. Azúcares y sustitutos**

Tradicionalmente las frutas se han valorado por su atractiva apariencia, textura, valor nutritivo y fundamentalmente por su sabor. En todos estos atributos de calidad los carbohidratos desempeñan un papel relevante, por ejemplo, el sabor está dado básicamente por un balance entre azúcares y ácidos orgánicos. El sabor característico y diferente de las frutas se debe a la gran variación en composición y concentración de los azúcares; el color atractivo se debe principalmente a los glucósidos (antocianinas y antoxantinas) y la firmeza está determinada por los polisacáridos estructurales (Hurtado, 1983).

Es importante señalar que las proporciones de los diversos carbohidratos existentes en las frutas pueden experimentar modificaciones como consecuencia de la actividad metabólica, ya que durante la maduración se producen cambios intensos en donde los azúcares son los sustratos preferidos para la biosíntesis y suministro de energía pues son oxidados (vía glucólisis) hasta ácido pirúvico, el cual a su vez, por descarboxilación oxidativa se convierte en Acetil-CoA que se metaboliza vía ciclo de Krebs, dando lugar a la formación de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y energía la cual queda disponible para la biosíntesis de otros componentes (otros azúcares, ácidos orgánicos, ácido ascórbico, proteínas, nucleótidos azucarados, glucósidos, etc.). Durante todo este proceso, el contenido de azúcares aumenta por hidrólisis

que experimentan los polisacáridos, aunque algunos azúcares sean utilizados como sustratos para la actividad respiratoria. El azúcar es imprescindible para la gelificación de las mermeladas (Costenbader, 2001).

Las mermeladas son productos a los que se les añade elevada cantidad de azúcar comúnmente conocida como sacarosa la cual actúa como conservante, así como también realizan esta función los propios ácidos de las frutas. Por esta razón las mermeladas presentan un período de vida de anaquel largo. El aporte energético del azúcar en las mermeladas es de 180 a 200 calorías por 100 gramos. La diferencia entre las mermeladas es el tipo de fruta utilizado en su elaboración, ya que la cantidad de azúcar no varía (Belitz y Grosch, 1997).

Los azúcares son importantes en las mermeladas, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Los azúcares les confieren el característico sabor dulce a este tipo de productos. Son también los que aportan en mayor medida las calorías y por lo tanto son los responsables de la naturaleza energética del producto. Los azúcares más ampliamente utilizados en la elaboración de éstos productos son la sacarosa, fructosa y los jarabes de glucosa (Hurtado, 1983).

El azúcar blanca presenta un elevado grado de refinado contiene sacarosa en un 99% y ningún otro nutriente, por lo que se suele decir que su aportación se reduce a 'calorías vacías' (es decir, no contiene más nutrientes), aporta 4 calorías por gramo, por ello para elaborar productos dietéticos especiales, aptos para personas con diabetes u obesidad con menos calorías o sin calorías, se emplean otros edulcorantes como los glicolcoholes (sorbitol, xilitol y manitol) que tienen una menor carga energética o edulcorantes artificiales con un poder edulcorante muy intenso y que no aportan calorías (sacarina, aspartame, acesulfame, etc.).

La fructosa el cual es la unidad más simple de los denominados hidratos de carbono, se encuentra de modo natural en las frutas y también en la miel, es un

componente básico de la sacarosa, se comercializa granulado. Se emplea en productos para personas que tienen diabetes. Una de las ventajas para su consumo es que es natural, por su intenso sabor dulce se requiere menos cantidad, se emplea en productos especiales para diabéticos ya que su ingesta no produce elevaciones bruscas de azúcar en la sangre. Pero sus inconvenientes, es que es criogénico, puede provocar caries, es calórico y tiende a elevar los niveles de triglicéridos.

Hay personas que sufren de intolerancia hereditaria a la fructosa, lo que se conoce con el nombre de fructosemia. En esta enfermedad, el consumo de cualquier fuente de fructosa, incluida la sacarosa, ocasiona hipoglucemia (niveles bajos de azúcar en sangre) y daño hepático progresivo (Contreras, 2006).

### **3.3.2. Gelificantes**

La viscosidad y la textura de las mermeladas dependen de una serie de factores entre los que pueden destacar el tipo, cantidad, características y madurez la de fruta, la relación fruta-azúcar y la presencia de pectinas. Con objeto de conseguir productos con una textura y viscosidad relativamente uniforme se utilizan las pectinas.

Las sustancias pécticas comprenden un grupo extenso de polisacáridos vegetales cuya estructura básica está integrada por moléculas de ácido D-galacturónico unidas por enlaces glucosídicos  $\alpha$ -D (1,4) y en la cual algunos de los carboxilos pueden estar esterificados con metilos o en forma de sal, se encuentran asociadas con otros hidratos de carbono, principalmente con hemicelulosas, en las paredes celulares de los vegetales y son responsables de la firmeza de algunos productos. La disolución de los componentes de dicha pared celular, sobre todo de las pectinas, se han relacionado con el ablandamiento de diversas frutas.

Se pueden distinguir dos clases principales de sustancias pécticas: los ácidos pectínicos, que tienen parte de su ácidos galacturónicos como esteres metílicos y los ácidos pécticos que solo contienen moléculas del ácido sin esterificación. Por definición, las pectinas son ácidos pectínicos con diferentes grados de esterificación. Existen otros compuestos de este tipo que son las protopectinas, altamente esterificadas con metanol y muy insolubles en agua, que se encuentran en los tejidos inmaduros de los frutos y son responsables de su textura rígida; sin embargo, la acción de la enzima protopectinasa hace que se conviertan en pectinas solubles, en un proceso que ocurre durante la maduración y trae consigo el ablandamiento del fruto (Badui, 1993).

Las pectinas se usan mucho por su capacidad de gelificar, propiedad que está determinada por factores intrínsecos, como su peso molecular y su grado de esterificación (que a su vez dependen de la materia prima, de las condiciones de su fabricación, entre otros), y por factores extrínsecos tales como el pH, las sales disueltas y la presencia de azúcares. La viscosidad de sus dispersiones, al igual que la de otros polisacáridos, se incrementa a medida que aumenta el peso molecular; en el caso de las pectinas, la viscosidad es mayor cuanto más se incrementa su grado de esterificación.

Su metoxilación es muy importante, razón por la cual las pectinas comerciales se han dividido en dos grandes grupos; las consideradas como alto metoxilo, que contienen de 55 a 80% de grupos carboxilo de manera esterificada y las de bajo metoxilo que solo presentan de 18 a 45% de esterificación. Cabe aclarar que si se tuviera una pectina con 100% de metoxilación, sería más bien una protopectina; por lo contrario, si la metoxilación es de 0% sería un ácido péctico. En el caso de las de baja esterificación se requiere la presencia de iones de calcio y de un pH de 2.8 a 6.5, ya que en estas condiciones los carboxilos se encuentran ionizados y pueden establecer uniones iónicas con otras moléculas de pectina mediante el

calcio, de ésta manera se crea la estructura básica del gel, en la cual a su vez los hidroxilos de los residuos del ácido galacturónico retienen agua por medio de puentes de hidrógeno. Para su gelificación no se necesita sacarosa, aún cuando una pequeña cantidad ayuda a proporcionar mayor rigidez puesto que esta favorece la interacción carboxilo-calcio. Este tipo de pectina es el que se emplea en la elaboración de mermeladas y otros productos con textura de gel. Por su parte, las pectinas de alto metoxilo, gelifican dentro de un intervalo de pH de 2.0 a 3.5 y con 60 a 65% de sacarosa. La adición del azúcar ejerce un efecto “deshidratante” sobre los polímeros, lo que ocasiona que se favorezcan las interacciones polisacárido-polisacárido de manera hidrófoba y se cree una estructura tridimensional que rodea las moléculas de sacarosa altamente hidratadas. En general las pectinas más metoxiladas producen geles más rígidos y sólidos que los de menor esterificación (Badui, 1993)

La principal aplicación de las pectinas en la industria alimentaria radica en su capacidad de formar geles estables y firmes. Así, las pectinas ricas en grupos metoxilos gelifican tanto en medio acuoso como hidroalcohólicos, siempre que sean ricos en azúcar (60 – 85%). En cambio las pectinas pobremente metiladas pueden gelificar pero a condición de que estén presentes iones alcalinotérreos. Las pectinas necesitan para formar el gel de un agente deshidratante, papel que asume la sacarosa en el caso de la elaboración de las mermeladas. Cuando se enfría una solución caliente que lleva una mezcla de pectina, ácido y sacarosa, se convierte en un gel. En éste caso el azúcar se deshidrata, mientras que la presencia de ácido favorece la formación de puentes de hidrógeno, porque la acidez del medio provoca la protonización de los grupos carboxilatos y reduce la repulsión electrostática entre las cadenas pécticas. Se organiza así una red tridimensional, que se estabiliza gracias a las interacciones hidrofóbicas de los grupos ester metílicos, esto explica porque las pectinas muy metiladas dan geles en medios muy azucarados, sin tener la necesidad de la adición de un ácido que impida la forma iónica de los grupos carboxilos.

Los factores implicados en la fijación de las condiciones óptimas para una buena gelificación péctica son las siguientes:

- a) El porcentaje de pectina: La solidez del gel aumenta con la concentración de sustancia péctica.
- b) El pH de la solución: Los geles de pectinas suelen ser estables en el intervalo de pH entre 2.5 y 5.0, según la naturaleza de la pectina. En la medida que se pueda, conviene trabajar en la zona más alta de éste intervalo por que la acidez hace más rápida la gelificación y también representa un ahorro en la adición de azúcar. Sin embargo una acidez extrema (pH inferiores a 2.5) puede conducir a una sinéresis del gel.
- c) El peso molecular de la pectina: Un peso molecular elevado favorece que las moléculas se puedan distribuir en una red tridimensional y atrapar en su interior a las moléculas que se encuentran en solución. Para la buena formación del gel es necesario que las moléculas dispersas estén en forma coloidal.
- d) La temperatura: Es un factor que influye en el tiempo de gelificación, que resulta lenta por debajo de los 55 °C y muy rápida por encima de los 85°C.
- e) El porcentaje de sacarosa: El azúcar debe estar presente por encima de una concentración mínima, que viene determinada por la relación pectina/azúcar. (Bello, 2000)

### **3.3.3. Fruta**

La fruta define el producto formando parte de su denominación comercial y en gran medida determina la calidad del producto final, puesto que ésta depende de la cantidad y de la calidad de la fruta utilizada. La fruta es un producto de



temporada, el desarrollo de tecnologías y los métodos de conservación han hecho posible disponer de esta materia prima durante todo el año. Parte fundamental de las frutas son los azúcares, que son los componentes principales de las frutas y su composición varía de fruta en fruta. Generalmente la sucrosa, glucosa y la fructosa son los azúcares principales de las frutas, no dejaremos de mencionar alcoholes de azúcares tales como el sorbitol. Sus contenidos de vitaminas nos aportan importantes requerimientos diarios. La contribución nutricional de las frutas y vegetales depende de la cantidad que se consume, pero son sensibles a los diferentes procesos de conservación tal como exposición al calor, frío, etc. Los principales minerales encontrados en las frutas, son los elementos K, Ca, Mg y Na; siendo el K el más abundante seguida por el calcio y el magnesio. Los altos contenidos de potasio son asociados a un aumento de acidez y al color de las frutas, mientras que el alto contenido de calcio reduce la incidencia de desórdenes fisiológicos y mejora la calidad de las frutas. El fósforo presente en las frutas y los ácidos nucleicos desempeñan un papel importante en el metabolismo de los carbohidratos y transferencia de energía.

Los ácidos orgánicos en las frutas, son una parte integral de muchos caminos metabólicos, especialmente del ciclo de Krebs (TCA). El ciclo del ácido tricarboxílico (respiración) es el canal principal para la oxidación de ácidos orgánicos y como una importante fuente de energía de las células. Los ácidos orgánicos son metabolizados en muchos constituyentes, incluyendo los aminoácidos. Los ácidos orgánicos presentes en las frutas incluyen al ácido cítrico, el ácido málico y el ácido quínico.

Los ácidos orgánicos contribuyen en forma importante en el gusto y el sabor de muchas frutas y vegetales. La acidez total titulable, la cantidad y especificidad de los ácidos orgánicos presentes en las frutas y otros factores como el pH y la presencia de volátiles nos definen los aromas específicos de las frutas y es debido a la cantidad y a la diversidad de volátiles que contienen. Los volátiles están

presentes en cantidades extremadamente pequeñas (menor a 100 microgramos por gramos de peso fresco). El etileno es el volátil más abundante en las frutas pero no da ningún aroma típico en la fruta. Los sabores y los aromas característicos son una combinación de varios caracteres de compuestos de impacto, principalmente ésteres, terpenos, aldehídos de cadena corta, cetonas, ácidos orgánicos y así sucesivamente. Su importancia depende de la concentración (algunas menores a 1 ppb) e interaccionan con otros compuestos (Hurtado, 1983).

Las frutas son productos vegetales, cuyo sabor es dulce y agridulce y se consumen en forma natural, cocida o procesada con azúcar y otros productos. Las frutas frescas son ingredientes vitales a la dieta ya que aportan a la alimentación; variedad, sabor, interés, atracción estética y por que satisfacen necesidades nutricionales. Además presentan diferentes variedades, cada una con características especiales las cuales las podemos clasificar de acuerdo al clima en donde se producen : frutas de clima templado, dentro de éstas las especies más comunes tenemos a la manzana, pera, durazno, ciruela, granadilla, mora, fresa, uvas, albaricoque e higo y las frutas tropicales y subtropicales, generalmente son frutas muy frágiles y sensibles, por lo que necesitan tener un manejo especial y buenas condiciones de almacenamiento. Dentro de esta clasificación se encuentra la piña (*Ananas sativus*) y las llamadas frutas secundarias tropicales (también denominadas exóticas), tales como el carambolo (*Averrhoa carambola*).

Las frutas también pueden clasificarse en función a su respiración en climatéricas, en las cuales su proceso de maduración es iniciado de acuerdo a cambios de la composición de la fruta. El inicio de la maduración climatérica es conocido como respiración climatérica y no climatérica el proceso de madurez y sazón, es gradual pero continuo. En el Cuadro 5 se mencionan ejemplos de frutas climatéricas y no climatéricas.

**Cuadro 5. Frutas climatéricas y no climatéricas**

<b>TIPO</b>	<b>EJEMPLO</b>
Climatérica	Manzana, pera, durazno, ciruela, melón, sandía, mango, banano, papaya, higo, mamey, guayaba, maracuyá, carambolo, zapote, guanábana.
No Climatérica	Cereza, uva, fresa, naranja, toronja, limón, piña.

La madurez de la fruta viene acompañada por varios tipos de cambios entre los que tenemos: de textura y reducción de firmeza, cambios de color, generalmente pérdida de color verde y aumento de colores amarillos y rojos y cambios de sabor y aroma, generalmente aumentando su dulzor, hasta que llegan al punto de senescencia en que el producto se degrada.

La fibra se encuentra principalmente en la cáscara y pulpa, por ello las frutas crudas contienen más fibra que aquellas que no han sido mondadas, cocinadas o procesadas de alguna forma, en el caso de la piña se considera que por cada 100 g de fruta fresca la piña contiene 0.7 g de fibra dietética y el carambolo por cada 100 g contiene 2.9 g de fibra dietética (Sielaff, 2000).

Las mayores causas de deterioro en las frutas son: crecimiento y desarrollo de microorganismos como bacterias, hongos y levaduras, insectos, parásitos y roedores, actividad enzimática propia de las frutas, temperatura, humedad, aire en particular O<sub>2</sub>, luz y tiempo.

### **3.4. Piña**

La piña es una fruta nativa de Sudamérica, se ha extendido a varios países tropicales, también conocida con el nombre de ananás, los portugueses siguen

llamando con ese nombre, que en la lengua indígena significa "fruta excelente". Los españoles cambiaron su nombre (ananás) y le dieron el nombre de piña por su parecido con el fruto del pino. Cristóbal Colón la introdujo en España en 1493, pero su cultivo no dio el resultado esperado. Por ese motivo, tanto españoles como portugueses decidieron cultivarla mejor en sus colonias. A principios del siglo XVIII, se consiguen los primeros cultivos en Holanda e Inglaterra y poco a poco se extendió por casi toda Europa, empleando en muchos lugares invernaderos con el fin de adecuar la temperatura y así facilitar su cultivo.

En el siglo XIX su cultivo se propagó por Australia, Sudáfrica y Hawai. Actualmente, la mayoría de las piñas consumidas en Europa provienen de Sudáfrica y de Hawai, considerados unos de los principales productores en el ámbito mundial, junto con Tailandia, Brasil, Las Filipinas, México, Puerto Rico entre otros.

A nivel Mundial la piña es el segundo fruto tropical en importancia, el estado de Veracruz cuenta con el 65.7% de producción de piña a nivel nacional, actualmente México ocupa la séptima posición mundial en la producción de piña aportando casi un 4% del volumen total.

Es un fruto no climatérico que su producción abarca los doce meses del año, en menor o mayor producción dependiendo de las condiciones de suelo y clima. Los municipios con mayor producción en hectáreas se presentan en el Cuadro 6, y son Juan Rodríguez Clara, Isla y José Azuela (SAGARPA/INIFAP, 2001).

**Cuadro 6. Producción de piña en el estado de Veracruz**

<b>MUNICIPIO</b>	<b>PRODUCCION (Ton)</b>	<b>RENDIMIENTO (Ton/Ha)</b>	<b>SUPERFICIE COSECHADA (Ha)</b>
Juan Rodríguez Clara	157,500	45	3,500
Isla	135,000	45	3,000
José Azueta	135,000	45	3,000
Medellín	14,440	40	361
Tlaxcoyan	10,600	40	265
Chacaltianguis	10,000	50	200

Fuente: SAGARPA/INIFAP, 2001.

### **3.4.1. Composición nutrimental**

En su composición la piña es rica en carotenos y azúcares. El contenido de azúcares permanece constante después de la cosecha, la acidez y el contenido de carotenos se incrementa moderadamente incrementando su color considerablemente. El sabor depende principalmente de su contenido de azúcares totales, el cual se puede alterar por la temperatura y la intensidad de luz durante el crecimiento del fruto, así como también la estación, el clima, el grado de madurez de la cosecha. En el Cuadro 7, se muestra la composición de 100 gr de piña en fresco.

**Cuadro 7. Composición de 100 g de Piña**

<b>Componente</b>	<b>Piña fresca</b>
Sólidos solubles	12%
Acidez máxima	1%
Agua	86 g.
Proteína	1 g.
Lípido	0.1 g.
Carbohidratos	8 g.
Fibra dietaria	2 g.
Sodio	2 mg.
Potasio	180 mg.
Calcio	27 mg.
Magnesio	11 mg.
Hierro	0.3 mg.
Zinc	0.2 mg.
Beta caroteno	25 µg
Tiamina	40 µg
Riboflavina	30 µg
Acido Nicotínico	0.1 µg
Vitamina C	21 µg

Fuente: Hernández, 2000

Debido a las características de la piña es recomendable procesarla lo más rápido posible para minimizar su deterioro. La pulpa y el jugo se emplean para elaboración de mermeladas.

Entre sus componentes no nutritivos, la piña contiene Bromelina, una enzima similar a las enzimas digestivas que ayuda a digerir las proteínas. Mejora las digestiones y destruye la cubierta de quitina que protege a los parásitos intestinales contra la acción digestiva y destructiva de los jugos gástricos. Al quedar así desprotegidos, los parásitos son destruidos por la digestión intestinal y expulsados del organismo.

La bromelina, de naturaleza proteica como el resto de las enzimas, realiza su acción en el estómago y en el intestino, facilitando la digestión de las proteínas. Esta enzima rompe la molécula de proteína para dar otras más pequeñas y libera

aminoácidos que son absorbidos por el organismo. Su acción es tal que la industria alimenticia emplea la bromelina para ablandar las carnes. Sin embargo, la bromelina se desactiva con la temperatura, por lo que es difícil que esté presente en la piña conservada o enlatada, que han sido sometidas a la acción del calor. Para apreciar las propiedades de la bromelina, es necesario tomar la piña fresca.

Además de esta acción proteolítica, a la bromelina se le atribuyen muchas más propiedades terapéuticas aunque no todas están demostradas científicamente. La bromelina:

- Inhibe la agregación plaquetaria previniendo el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.
- Es antiinflamatoria y diurética y, como tal, muy útil en procesos inflamatorios, edemas, y para evitar la retención de líquidos, de ahí su empleo en tratamientos anticelulíticos.
- Es mucolítica, y fluidifica las mucosidades que acompañan a infecciones bacterianas, bronquitis y sinusitis.

Con arreglo a estas propiedades la bromelina se prescribe en medicina natural en forma de comprimidos y se habla de sus excelentes resultados en el tratamiento de la artritis reumatoide y en obesidad, entre otras patologías. Pero esta fruta cuenta con otros valores medicinales: reduce el apetito, es un excelente protector para el corazón y ayuda a combatir fiebres, afecciones de garganta, y dolores e inflamaciones de la boca.

La piña ligeramente hervida y molida da muy buen resultado si se utiliza para limpiar heridas infectadas pues disuelve los tejidos muertos. Además no tiene ninguna acción en los tejidos vivos y actúa como desinfectante facilitando la cicatrización. No obstante, es necesario tener en cuenta que el consumo de piña no se recomienda en personas que sufren de úlcera gastroduodenal y gastritis

debido a su contenido en ácidos y por su capacidad de aumentar la producción de jugos gástricos lo que ocasionaría un empeoramiento de la sintomatología (Desrossier, 1997).

### **3.4.2. Usos e industrialización**

En la actualidad, la piña es considerada y apreciada en la cocina, no sólo es un magnífico postre, sino también sirve para dar a determinados platos salados un toque de exotismo que realzará su sabor. Además, suaviza las carnes, sirve para relleno de pollo o pavo y es un ingrediente perfecto para añadir a las ensaladas más apetitosas.

En zumo o mezclada con yogurt se puede tomar a cualquier hora del día, como postre o como aperitivo. La piña se comercializa tanto como fruta fresca como procesada, Para procesarla existen normas de calidad que se deben cumplir para obtener productos de aceptación en el mercado. Así, las plantas industriales pueden rechazar frutas magulladas, con corazón mal formado, con doble o triple corona. La porosidad debe ser mínima y la relación de grados Brix y acidez debe ser cercana a 20. El porcentaje de acidez puede estar alrededor de 0.75%. En promedio, el porcentaje de rendimiento de piña lista para procesar con respecto a piña entera, es de un 45% a un 55%.

Otros productos que se pueden obtener de la industrialización de la Piña, son los siguientes:

**Piña envasada:** Es el producto obtenido a partir del troceado de la sección de la piña que queda de eliminar la base, la corona y la cáscara. Este troceado puede ser en rebanadas, y trozos pequeños. En este tipo de presentación se coloca en latas las cuales son llenadas con almíbar (mezcla de agua y azúcar en proporciones definidas). Los grados Brix de este producto son importantes de



controlarse pues se debe llegar a un equilibrio entre la fruta y el almíbar. El tratamiento térmico que se aplica y el pH final del producto son factores importantes para asegurar un producto de calidad. Además de las latas se pueden usar frascos de vidrio. Si se envasa piña mezclada con otras frutas en almíbar, se obtienen cóctel de frutas como producto final, que es otra alternativa de industrialización.

**Piña deshidratada:** Este producto se obtiene de la eliminación controlada de la mayor parte del agua libre de la piña. Por lo general ésta se prepara en trozos o rodajas enteras para tener una mejor presentación y facilitar el proceso. La humedad final llega a ser cercana al 5%, y esto permite su conservación por un tiempo prolongado siempre y cuando se empaque apropiadamente (bolsa plástica y caja de cartón) y se mantenga en lugares frescos.

**Jugo:** El jugo se obtiene a partir de una trituración de trozos de fruta, seguida de una separación de las partes sólidas por algún método de filtración adecuado. El jugo debe ser pasteurizado y empacado para lograr prolongar su vida útil, utilizando alguna barrera contra la descomposición como puede ser el uso de algún tipo de preservante o bien mantenerlo en refrigeración. Por ninguna razón este debe salir al mercado si está fermentado y no debe diluirse con agua. El empaque puede ser plástico, lata con recubrimiento para protegerlo de la acidez, laminado (plástico, cartón y metal) y otros. El pH de este producto debe controlarse para que sea agradable para el consumo humano, por lo general a nivel de proceso deben hacerse mezclas de diferentes jugos según la variación del pH de los mismos, para obtener un producto de buena calidad. También puede combinarse este jugo con el de otras frutas para obtener jugo mixto de fruta como producto final.

**Néctar:** El néctar es el producto que se obtiene de la mezcla del jugo de la fruta con cierta cantidad de sólidos provenientes de pulpa de la fruta con los mismos

grados Brix de la fruta original. Por lo general se obtiene de diluir la pulpa de la fruta hasta alcanzar 30 grados Brix. Los métodos de conservación que se utilizan son los mismos del jugo y el tipo de empaque también.

**Pulpa:** Es el producto que se obtiene del proceso básico que se le da a la piña, el cual es la trituración de trozos de piña sin cáscara. Este puede ser conservado, por tratamiento térmico, con preservantes y empaques adecuados en pequeñas presentaciones, o bien puede envasarse a granel para ser vendido a otras plantas procesadoras que elaboran otros tipos de productos como helados, jaleas, mermeladas, refrescos, etc.

**Pulpa concentrada congelada:** Es el producto que se obtiene de aplicar calor a la pulpa y eliminar como mínimo el 50% del agua inicial. Los procesos de concentrado y congelación se aplican para conservar el producto por períodos muy largos de tiempo. Este producto es estable sin uso de aditivos químicos, siempre y cuando se mantenga la cadena de frío. Cuando ésta pulpa es reconstituida (adición de agua según proporción eliminada) deben presentarse las mismas características de la pulpa original.

**Pulpa aséptica:** Es la pulpa que recibe el tratamiento térmico suficiente para lograr su esterilidad y es empacada en ambiente y empaque escéptico. No lleva ningún tipo de aditivo y tiene una larga vida de estante.

**Jugo concentrado congelado:** Este producto se obtiene por la aplicación de calor al jugo de piña, de modo que se baja su contenido de humedad y se tiene mayores facilidades de conservación. Los métodos de conservación son los mismos que se aplican para la pulpa concentrada de modo que se obtiene un producto sin aditivos químicos.

**Bocadillos:** Es un tipo de conserva que se logra por la cocción de fruta y azúcar en las proporciones necesarias para obtener un gel final compacto, de textura suave y fácil de cortar. Por lo general se dejan endurecer en moldes rectangulares y se trocean en tajadas delgadas, siendo estas empacadas en forma individual. Los grados Brix de este producto son mayores que los que se obtienen para jaleas y mermeladas. Este alto contenido de azúcar facilita su conservación, pero también se pueden usar aditivos químicos como preservantes.

**Rellenos:** De la piña en trozos pequeños mezclada con crema pastelera se pueden obtener rellenos para pasteles que se pueden comercializar a nivel de sodas, restaurantes y de otras fábricas dedicadas a la elaboración de productos de pastelería. La estabilidad de este producto depende de darle un tratamiento térmico adecuado, además de trabajar en adecuadas condiciones de higiene. Se puede empacar en bolsa plástica o recipientes plásticos o de metal. Si no se le ponen aditivos debe conservarse siempre en refrigeración. Su vida útil no es muy larga por su alto contenido de nutrientes y por no ser un producto de baja humedad.

**Vinagre:** El vinagre se obtiene por un proceso de acetificación de soluciones alcohólicas derivadas de materiales azucarados o harinosos (contenido de azúcar fermentable de 8-20%). Este proceso se realiza por actividad de cepas de bacterias propias de la materia prima. La cáscara y residuos de la piña que no se usan en el proceso pueden ser la materia prima para obtener vinagre natural, y así se puede dar un buen uso a los desechos. El vinagre debe ser pasteurizado una vez elaborado y se puede empacar en botellas de vidrio debidamente cerradas. Por su alta acidez es un producto estable a temperatura ambiente. (FAO, 1993).

### 3.5. Carambolo

En México, el carambolo es un fruto poco conocido, la superficie plantada en áreas tropicales es alrededor de 100 hectáreas, reportadas en Morelos, Chiapas, Veracruz, Michoacán y Nayarit, pero la superficie se está incrementando por productores innovadores, que están visualizando a futuro, nuevas alternativas de producción. El carambolo es una fruta novedosa, de alto valor económico y buenas perspectivas de comercialización nacional, su venta en el extranjero está limitada por daños de la mosca de la fruta (INIFAP/CIRNE/A-335, 2006).

El carambolo (*Averrhoa carambola* L.), pertenece a la familia *Oxalidaceae* y es originaria de Asia Tropical. Actualmente esta fruta se encuentra presente en numerosos lugares de los trópicos y subtrópico, en países tales como: Australia, Brasil, China, Estados Unidos, Francia, Haití, Indochina, Malasia, México y Tailandia.

El fruto es una baya carnosa de forma ovoide a elipsoidal variada (Figura 1), con cuatro a seis aristas longitudinales y redondeadas que lo dotan de una típica sección en forma de estrella (Figura 2), algunas veces modificada.



**Figura 1. Forma del carambolo**



**Figura 2. Fases del desarrollo del carambolo**

La baya en estado maduro es jugosa, presenta un aroma agradable, exhibe un color naranja opaco y contiene de una a cinco semillas. En el tamaño final de los frutos de carambolo se observa una alta variabilidad, resultado de la dispersión y número de frutos en el árbol, el vigor de la planta, las condiciones de desarrollo y el carácter silvestre de la variedad (Figura 3). Son frutos elipsoidales u ovoides con 5 costillas o prominencias longitudinales, en corte transversal aparecen como una estrella de 5 picos. Los frutos miden de 6 a 12 cm de largo por 3 a 6 cm de ancho. El pericarpio es amarillo duro y brillante; el mesocarpio es amarillo carnososo y acidulo.



**Figura 3. Aristas del carambolo**

### 3.5.1. Composición nutrimental

La pulpa es jugosa de agradable fragancia y en las variedades más dulces poseen un sabor vivo, ligeramente subacido. Las propiedades del carambolo que se aprovecharan para este proyecto son los que a continuación se describen en el Cuadro 8.

**Cuadro 8. Composición de carambolo en base a 100 g de pulpa comestible**

<b>COMPONENTE</b>	<b>CONTENIDO</b>
Sólidos solubles	7.20%
pH	2.16
Acidez cítrica	0.72%
Vitamina "C"	23.00 mg
Acido oxálico	3.10 mg
Azúcares reductores	7.22%
Humedad	89.70%
Cenizas	0.49%
Grasas	1.26%
Pectina	0.10%
Sólidos	10.30%
Calcio	0.27 mg
Fibra	6.30%

Fuente: Cubillos e Isaza, 1999.

Como se puede observar la cantidad de sólidos totales del carambolo (sólidos solubles, azúcares y cenizas), le proporcionaran a la mermelada los sólidos deseados en el producto final. El pH relativamente bajo, la acidez y el contenido de pectina apoyarán a la obtención de la textura y la viscosidad propias de las mermeladas. Otra particularidad importante es que los datos enunciados anteriormente es referente a un estado de madures optimo del producto, la cual se determinará en el producto final (Tello, 1986).

En el Cuadro 9, se registran los datos concernientes a las determinaciones bromatológicas y de minerales realizadas a frutos de carambolo ácido. En el ámbito mundial se reporta que el carambolo es un fruto bajo en calorías, buena fuente de potasio, vitamina A, y una fuente moderada de vitamina C. Asimismo, se registra que las variedades extremadamente ácidas son ricas en ácido oxálico y que el fruto de carambola puede contener hasta 14 aminoácidos (Galán, 1991; Holman, 1998; Morton, 1987).

**Cuadro 9. Determinaciones bromatológicas a carambolo en diferentes fases de madurez**

Variable	Contenido		
	Verde	Pintón	Maduro
Materia seca (%bs)	4.76	4.87	4.81
Proteína cruda (%bs)	7.04	7.47	7.28
Extracto etéreo (%bs)	1.82	2.32	2.511
ENN (%bs)	56.39	48.33	54.84
Fibra (%bs)	31.07	38.3	31.88
Cenizas (%bs)	3.7	3.57	3.5
Cálcio* (mg/100 g de pulpa)	31.8 - 22.15	40.05 - 26.80	33.95 - 0.08
Hierro* (mg/100 g de pulpa)	3.7 - 0.24	2.7 - 0.20	2.85 - 0.24
Magnesio* (mg/100 g de pulpa)	94.2 – 13.45	92.15 – 12.55	84.25 – 11.70
Sódio* (mg/100 g de pulpa)	0.6 – 0.15	0.25 – 0.20	0.65 – 0.34
Cobre* (mg/100 g de pulpa)	0.32 – 0.19	0.35 – 0.05	0.5 – 0.08
Potasio* (mg/100 g de pulpa)	1170 – 104.8	1165 – 114.8	1080 – 120.2

(\*) El primer valor corresponde a las determinaciones realizadas en cenizas y el segundo a las realizadas en jugo.

Fuente: Cubillos e Isaza, 1999.

### **3.5.2. Usos e industrialización**

En la región amazónica el carambolo es comercializado principalmente como fruto fresco. No obstante, el fruto presenta potencial para ser utilizado agroindustrialmente en la elaboración de pulpas, mermeladas, néctares y productos osmodeshidratados. Los carambolos maduros se consumen como fruta fresca en rebanadas y se pueden servir en ensaladas o puede usarse como guarnición sobre aguacate en mariscos. También, se cocina en pudines, tartas, estofados con azúcar y clavo solo o combinado con manzanas. El jugo de carambolo sirve como bebida refrescante; en la India el jugo se embotella y se agrega ácido cítrico. En Jamaica los frutos maduros se deshidratan. Aquí en México por ser un cultivo nuevo, la fruta solamente se aprovecha para preparar agua fresca.

Los tipos de ácido que contiene el carambolo se han usado para limpiar y pulir metal, especialmente el latón; el jugo también limpia manchas de moho en la ropa. Los frutos maduros ayudan a detener hemorragias y aliviar hemorroides. Los frutos secos o el jugo disminuyen la fiebre. En Brasil se recomienda como diurético (SAGARPA/INIFAP, 2001).

### **3.6. Normatividad para mermeladas**

El azúcar en las mermeladas y otros alimentos, por parte de la industria alimentaria junto con grasas, proteínas, fibra, sal, vitaminas y minerales son los componentes que se han regulado en la normativa correspondiente al Reglamento 1924/2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.



La etiqueta en las mermelada debe ajustarse cuando sea modificado su contenido de azúcar a las declaraciones aprobadas que son las siguientes: **bajo contenido de azúcar**: una mermelada podrá declarar que contiene un bajo contenido de azúcar si el producto no incluye más de 5 gramos de azúcar por 100 gramos de fruta; **sin azúcar**: solo se denominarán así las mermeladas que no contengan más de 0.5 gramos de azúcar por 100 gramos de fruta y **sin azúcares añadidos**: son mermeladas a las que no se ha añadido ningún monosacárido (fructosa, glucosa, jarabe de glucosa o fructosa, etc.) ni disacárido (sacarosa), tampoco se puede adicionar ningún producto con propiedades edulcorantes. Si los azúcares están naturalmente presentes en los alimentos, como lo es el caso de las mermeladas de frutas, en el etiquetado deberá figurar la indicación de que “contiene azúcares naturalmente presentes” (Reglamento CE, No. 1924/2006).

**Cuadro 10. Normas nacionales aplicables a mermeladas**

<b>Nombre</b>	<b>Número</b>	<b>Descripción</b>
Método de prueba de sólidos solubles	NOM-F-112	Determinación de sólidos solubles por lectura refractométrica en productos derivados de frutas
Mermelada de fresa	NOM-F-126	Especificaciones para el producto “mermelada de fresa”
Mermelada de piña	NOM-F-127	Especificaciones para el producto “mermelada de piña”
Frutas y derivados	NOM-F-144	Determinación del vacío en recipientes rígidos herméticamente sellados
Alimentos	NOM-F-151-S	Determinación de la consistencia de frutas y mermeladas
Alimentos	NOM-F-254	cuenta de organismos coliformes
Alimentos	NOM-F-255	Método de conteo de hongos y levaduras en alimentos
Alimentos	NOM-F-317-S	Determinación del pH
Frutas y derivados	NOM-F-347-S	Determinación de pectina
Alimentos envasados	NOM-F-358-S	Análisis microbiológicos
Frutas y derivados	NOM-Z-12	Muestreo para inspección de atributos
Alimentos	NOM-051-SCF1	Especificaciones generales de etiquetado para alimentos pre-ensados

## 4. MATERIALES Y METODO

La presente investigación se realizó en el mes de abril del 2009, en el laboratorio de Inocuidad Alimentaria del Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba y el laboratorio número 4 de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Córdoba-Orizaba de la Universidad Veracruzana.

### 4.1. Tratamientos

Se realizaron 6 tratamientos como se indica en el Cuadro 11, con diez repeticiones cada uno, de donde se seleccionaron al azar tres frascos para ser evaluados.

**Cuadro 11. Tratamientos experimentales**

Tratamiento	Concentraciones	
	Carambolo	Piña
T1	100 %	
T2		100 %
T3	TEAPA 60 %	40 %
T4	CORDOBA 60 %	40 %
T5	CORDOBA 40 %	60 %
T6	TEAPA 40%	60 %

Para este trabajo se tomaron 7 mermeladas comerciales como controles o referencia (Cuadro 12), a las cuales se les realizaron los mismos análisis que a las conservas.

**Cuadro 12. Mermeladas comerciales empleadas como controles**

<b>Mermelada</b>	<b>Ingredientes reportados en la etiqueta</b>
Smuckers fresa	Fresa, jarabe de maíz a la alta fructosa, azúcar, pectina y ácido cítrico.
Smuckers albaricoque	Albaricoque, jarabe de maíz de la alta fructosa, jarabe de maíz, azúcar, ácido cítrico, pectina.
Smuckers naranja	jarabe de maíz de la alta fructosa, jarabe de maíz, cáscara naranja, zumo de naranja, pectina, ácido cítrico, sabor naranja natural.
Smucker frambuesa	frambuesas rojas, jarabe de maíz a la alta fructosa, jarabe de maíz, ácido cítrico, pectina.
McCromick Zarzamora	Zarzamora, sacarosa, pectina, saborizante natural y 0.1 % de benzoato de sodio como conservador.
Vía verde guayaba	Guayaba orgánica, azúcar estándar orgánica, pectina y ácido cítrico.
Smucker sin azúcar	Agua, duraznos povidextrosa, maltodextrosa, pectina de fruta, goma de algarrobo, ácido cítrico, saborizante natural, sorbato de potasio como conservador, sucralosa, edulcorante no nutritivo, cloruro de calcio y colorante artificial amarillo 4 y amarillo 2.

#### **4.2. Materias primas**

La piña se adquirió en centros comerciales de la Ciudad de Córdoba, Ver., las variedades adquiridas fueron la cayena y la piña-miel. Se les realizó un análisis preliminar físico de selección verificando que no tuviera magulladuras por golpe, que su color fuera uniforme y sin quitarle la corona se llevó al área de proceso.

Mientras que el carambolo se adquirió en Córdoba, Veracruz y en Teapa, Tabasco. Se realizó una selección de acuerdo a su grado de madurez: fisiológica, comercial y de consumo. Para la formulación se seleccionó el carambolo con madurez de consumo y se realizó otra selección para eliminar producto con magulladuras y plagas.

Al realizar los análisis de °Brix y pH a la piña miel presento un valor mayor de 14.17 y 3.20 que la piña cayena el cual fue de 13.27 y 3.09 respectivamente. Respecto a la acidez la piña cayena presenta un valor mayor de 0.65% con respecto a la piña miel de 0.57%.

#### 4.2.1. Análisis de materia prima en fresco

Los °Brix nos reportan los sólidos solubles totales (SST) y son un indicativo del contenido de azúcares y son un factor importante en el sabor de las frutas como lo menciona (Materano, *et al.*, 2004), se utilizó la combinación de las dos variedades de piña ya que aunque la piña miel presento los valores más altos, su precio es mayor, por lo que económicamente es menos rentable para ser utilizada dentro del proceso de elaboración de una conserva de fruta.

El pH que se presentó en las dos variedades de piña se consideran óptimas como lo indica Boatella, 2004, lo cual es favorable para inhibir el crecimiento microbiano y promover la activación de la gelificación en la elaboración de una conserva de frutas.

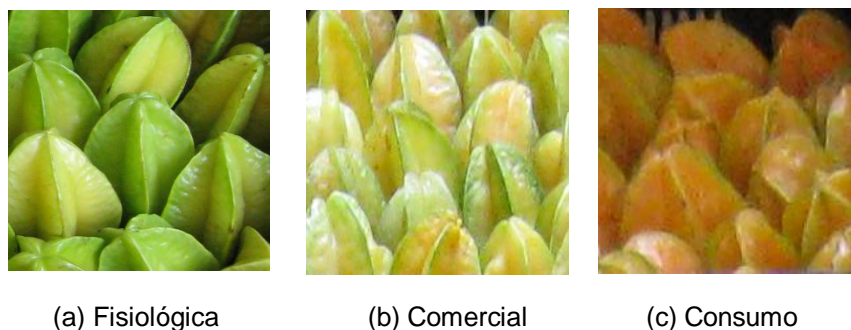
**Cuadro 13. Caracterización de las variedades de piña**

<b>Variedad</b>	<b>°Bx</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez (%)</b>
Miel	14.17	3.20	0.57
Cayena	13.27	3.09	0.65

Al analizar los °Brix, pH y acidez del carambolo, el de Córdoba con madurez de consumo fue el que presentó los mayores valores siendo de 10.63, 3.27 y 0.96 respectivamente estos resultados nos muestran que el carambolo con madurez de consumo fue el más adecuado a ser utilizado dentro del proceso de la elaboración de conserva. Los valores más bajos en °Brix y pH se obtuvieron con el carambolo de Teapa madurez fisiológica de 7.73 y 2.07 respectivamente, con respecto a la acidez el carambolo de Teapa madurez comercial se obtuvo el valor más bajo de 0.22%.

**Cuadro 14. Caracterización del carambolo en diferentes estados de madurez**

<b>Carambolo</b>	<b>°Bx</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez (%)</b>
Córdoba Madurez Fisiológica	9.23	2.99	0.31
Córdoba Madurez Comercial	9.60	3.00	0.31
Córdoba Madurez Consumo	10.63	3.27	0.96
Teapa Madurez Fisiológica	7.73	2.07	0.54
Teapa Madurez Comercial	10.07	2.79	0.22
Teapa Madurez Consumo	10.52	2.90	0.23



**Figura 4. Grados de madurez del carambolo**

#### **4.2.2. Análisis de materia prima antes de proceso**

Al analizar las tratamientos antes de entrar a proceso, se observó que el tratamiento 4 y 5 (Cuadro 15) presentaron el más alto valor de 26 °Brix, el tratamiento de carambolo y piña 100 % presentaron los valores más bajos de 10.95 y 13.60 respectivamente, los valores de pH más bajos se presentaron cuando se utilizó carambolo de Teapa de 2.10 y 2.85. Respecto a la acidez el valor más alto fue con piña de 0.920, seguido de carambolo y carambolo Córdoba 60 % - piña 40 % de 0.65. Al analizar los tratamientos y los resultados de los análisis se considera que el tratamiento carambolo de Córdoba 60 %-Piña 40 % es

la que presenta las características requeridas para la elaboración de una conserva de frutas.

**Cuadro 15. Análisis de los tratamientos antes de entrar al proceso**

<b>Tratamiento</b>	<b>°Bx</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez</b>
T1	10.95	3.00	0.650
T2	13.60	3.90	0.920
T3	25.00	2.10	0.615
T4	26.00	3.85	0.650
T5	26.00	4.00	0.415
T6	25.00	2.85	0.512

### **4.3. Proceso para obtener las conservas**

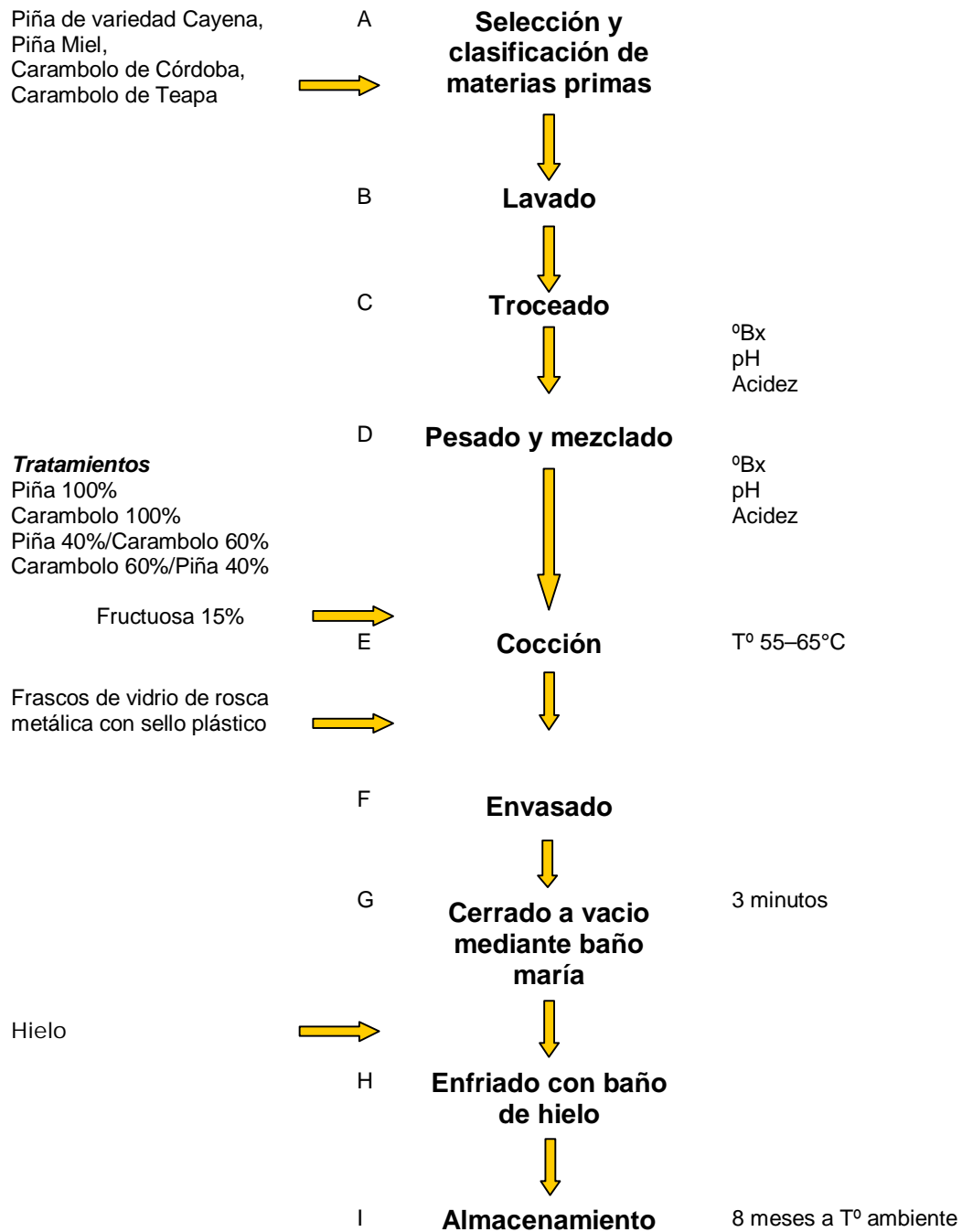
Para la elaboración de las conservas se siguió el método como se muestra en el diagrama de flujo del proceso (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, modificados de Desrosier, 2001).

La piña, se lavó con agua potable, eliminando los residuos de tierra con un cepillo. El carambolo, se lavó con agua potable con mucho cuidado, evitando aprisionar los vértices

Se tomaron tres muestras de piña, se maceraron en un mortero y se filtró sobre algodón, al filtrado se le analizó el pH con un equipo portátil marca Denver Instrument Ultra Basic, ° Bx con un refractómetro portátil HR110862 y acidez por el método volumétrico. De carambolo se seleccionaron tres carambolos, se lavaron con agua destilada se trocearon y se tomaron 3 muestras a las cuales también se le realizaron análisis de ° Bx, pH y acidez.

A la piña, se le eliminó la corona, se mondó sobre base de plástico eliminándole el centro y la pulpa se troceo en pequeños pedazos. El carambolo sólo se troceo cortándolo en pequeños trozos eliminando la semilla.

**Figura 5. Diagrama de flujo de la elaboración de conservas**



La pulpa de piña y la pulpa de carambolo se pesaron para determinar la formulación 40-60% y/o 60-40%, así como para determinar el 15% de fructosa que se le adicionó. Cuando se mezclaron la piña y el carambolo se tomaron 3 muestras para realizar análisis de °Bx, pH y acidez. Aunque también se realizaron conservas sin mezclar.

Se procedió a concentrar las conservas por medio del calor hasta una temperatura de entre 55-65°C. Ya que de acuerdo a Bello (2000) la gelificación resulta lenta por debajo de los 55 °C y muy rápida por encima de los 85°C, ajustándose el pH.

Las conservas se envasaron a una temperatura mínima de 85 °C. El vacío de los frascos con la conserva de frutas, se realizó inmediatamente después del envasado, colocando los frascos en baño María por tres minutos e inmediatamente después de sacarlos se enfriaron con baño con hielo.

Las muestras se identificaron con un número progresivo para su posterior análisis. Las conservas fueron almacenadas en cajas de cartón a temperatura ambiente durante 8 meses.

#### **4.4. Evaluación de la estabilidad de las conservas**

Los análisis que se realizaron a las conservas fueron los siguientes:

- Determinación de °Brix: Se realizó con Refractómetro marca ATAGO Pocket Refractometer



- Determinación de pH: Se realizó con potenciómetro de mesa pH/EC/TDS Waterproof marca Hanna Instruments
- Determinación de acidez se realizó por método volumétrico
- Determinación de actividad de agua se llevó a cabo con equipo marca Decagon Water Activity Meter
- Determinación de viscosidad se realizó con un equipo AND Vibro Viscometer SV- 100 A de 1 – 100 Pa-s

#### **4.5. Análisis estadístico**

Para analizar los parámetros correspondientes a la evaluación de estabilidad, se empleó un análisis estadístico completamente al azar. La comparación de medias, se realizó mediante la prueba de Tukey, utilizando el programa estadístico de la Universidad de Nuevo León.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el análisis estadístico de los datos obtenidos del producto terminado se observó una diferencia significativa en todas las formulaciones como se muestra en el Cuadro 16.

**Cuadro 16. Parámetros de estabilidad de las muestras de la conserva de frutas en los diferentes tratamientos**

Tratamiento	$a_w$		°Bx		pH		Acidez	
T1	0.92000	<b>A</b>	33.4667	<b>A</b>	3.57670	<b>A</b>	0.1920	<b>A</b>
T2	0.91000	<b>B</b>	33.4667	<b>A</b>	3.11000	<b>B</b>	0.1540	<b>B</b>
T3	0.90000	<b>C</b>	32.3000	<b>B</b>	3.07330	<b>C</b>	0.1280	<b>C</b>
T4	0.90000	<b>C</b>	31.3667	<b>C</b>	3.00330	<b>D</b>	0.1280	<b>C</b>
T5	0.89330	<b>D</b>	31.2000	<b>C</b>	2.62670	<b>E</b>	0.1150	<b>D</b>
T6	0.88670	<b>E</b>	28.7333	<b>D</b>	2.23000	<b>F</b>	0.0640	<b>E</b>
Significancia	**		**		**		**	

La  $a_w$  nos indica que cuando se reduce su valor acercándose a cero, la probabilidad de que exista una actividad bioquímica se reduce y por lo tanto el desarrollo microbiano específico también como lo indica Meletiadis *et al.* (2001). A un valor cercano a 1 se acentúan el sabor de la fruta y aunque se presenten mejores condiciones para el desarrollo de microorganismos debido a la alta disponibilidad de agua esto se reduce con las tecnologías de conservación, por ejemplo concentración con el uso de temperatura y vacío. En la formulación carambolo de Teapa 40 %-piña 60 %, se obtuvo el menor valor de actividad de agua con 0.88670, siendo esta la que presenta menor desarrollo microbiano y el valor más alto con carambolo al 100% de 0.92, la cual puede ser óptima para el crecimiento de microorganismos.

En los tratamientos T3 y T4 no hubo diferencias respecto a la actividad de agua teniendo valores de 0.90 sin embargo hay una diferencia significativa en las otros

tratamientos como se muestra en el Cuadro 16, lo cual nos indica que no influye el origen del carambolo.

Respecto a los grados Brix, en el análisis estadístico se observó que no hay diferencia significativa entre los tratamientos T1 y T2 y entre los tratamientos T4 y T5, existiendo una diferencia significativa en el tratamiento T3 con 32.30 y el tratamiento T6 con 28.7 (Cuadro 16).

Para el valor de pH se presentó una diferencia significativa en todos los tratamientos, con el valor más alto el tratamiento T1 de 3.57 y el más bajo en el tratamiento T6 con 2.23. Como lo menciona Badui (1993), las pectinas de alto metoxilo gelifican dentro de un rango de pH de 2.0 a 3.5, por lo tanto todos los tratamientos elaborados cumplen con éste parámetro.

Con respecto a la acidez no existe diferencia entre el tratamiento T3 y T4, presentando el valor más alto con el tratamiento T1 de 0.19% y el más bajo en el tratamiento T6 con 0.06%.

La viscosidad está asociada con la hidrólisis de la protopectina o material cementante insoluble de la pared celular a pectina soluble. Se muestran los valores obtenidos de la viscosidad presentando el valor más alto 68.60 en el tratamiento con carambolo al 100%, seguido de carambolo de Córdoba 40%/piña 60% de 67.80 y el valor más bajo de piña 100% con 17.40 (Cuadro 17). Se observa que el carambolo debido a su contenido de protopectina genera mejores geles, por ende la textura de conservas a base de dicho producto son más consistentes, contrario a lo que sucede con la piña. Por lo que la combinación de ambas frutas resuelve el problema de mejora de textura de la conserva de piña.

Al evaluar las mermeladas comerciales se obtuvieron los valores que se muestran en el Cuadro 17, al compararlos con los obtenidos por los tratamientos que se realizaron en éste trabajo se observó que fueron similares con la actividad de agua, pH y acidez, siendo diferentes los °Brix y la viscosidad. A los tratamientos elaborados para este trabajo no se les adicionaron conservadores, pectinas, gelificantes y otros ingredientes, sin embargo presentan las características propias requeridas para la conserva de fruta las cuales son proporcionadas por la formulación y por las características fisiológicas propias de la piña y carambolo, en donde se puede considerar que la piña nos proporciona azúcares y acidez, en el caso del carambolo además de acidez y azúcares, la pectina requerida para la gelificación. Se puede considerar que el contenido de sólidos solubles en la conserva comercial se debe a la variedad de gelificantes y azúcares adicionados, los cuales pueden considerarse que sustituyen a la adición de fruta en ese tipo de conservas.

**Cuadro 17. Parámetros de estabilidad de las muestras comerciales**

	<b>a<sub>w</sub></b>	<b>°Bx</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez %</b>	<b>Viscosidad</b>
Smuckers fresa	0.81	64.90	3.26	0.540	11.80
Smuckers Albaricoque	0.81	64.70	3.30	0.256	9.42
Smuckers Naranja	0.82	64.90	3.25	0.064	12.80
Smucker Frambuesa	0.81	65.00	3.30	0.179	10.60
McCromick Zarzamora	0.80	64.90	3.37	0.154	12.40
Via Verde Guayaba	0.88	64.90	3.46	0.832	12.30
Smuckers sin Azúcar	0.92	24.30	3.58	0.154	12.30

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los tratamientos en este trabajo presentan las características propias requeridas para una conserva de fruta las cuales son proporcionadas por la formulación y por las características fisiológicas propias del carambolo y la piña.

Al analizar los parámetros de los tratamientos realizadas en este trabajo podemos considerar que los tratamientos T3 y T4 de carambolo de 60%-piña 40% cumplen con las características requeridas en la elaboración de una conserva de frutas, ya que los valores de actividad de agua y grados Brix se pueden estandarizar en el proceso, mediante el control de temperatura y vacío así como la adición de azúcares de menor dulzor y/o edulcorantes. Por lo que el lugar de origen del carambolo fue indistinto. Esta fruta resultó tener las mejores características para elaboración de conservas.

Al comparar todos los valores de mermeladas comerciales con los tratamientos en éste trabajo se observó que son similares como es el caso de actividad de agua, pH y acidez, siendo diferentes °Bx y viscosidad.

¿Qué parámetros nos permiten evaluar una conserva?

Las variables °Brix,  $a_w$ , pH y viscosidad permiten observar diferencias entre los tratamientos y conservas comerciales. Por lo que se verifica la hipótesis de que los parámetros: grados Brix, pH, actividad de agua y viscosidad permiten evaluar las conservas.

Derivado de la presente investigación se sugieren las siguientes recomendaciones:

Es importante la selección de la materia prima en cuanto a la calidad y madurez la cual debe ser la de consumo para poder elaborar una conserva de fruta.

El carambolo es una fruta que se debe manipular de manera especial ya que si se dañan las aristas deterioran la calidad de la fruta.

En éste trabajo se utilizo las dos variedades de piña, la miel y la cayena, pero puede sugerirse el empleo de la variedad cayena por que presenta un menor precio en el mercado. El carambolo de Córdoba con madurez de consumo presentó los mayores valores de °Bx, pH y acidez, estos resultados sugieren que es el más adecuado para ser utilizado como materia prima para la elaboración de conserva de frutas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos (AAPPA). 2003. Introducción a la tecnología de alimentos. 2° ed. Limusa. México. 148 p.
- Aranceta B. J., M. Serra L., y A. R. Ortega M. 2006. Frutas, Verduras y Salud. Elsevier. España. 286 p.
- Badui D. S. 1993. Química de los alimentos. Ed. Addison Wesley Longman, Pearson Educación. 648 p.
- Barreiro A. J. y B. A. Sandoval J. 2002. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Equinoccio. 362 p.
- Belitz H. D. y W. Grosch. 1997. Química de los alimentos. 2a. ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 1087 p.
- Bello G. J. 2000. Ciencia bromatológica- principios generales. Ediciones Díaz de Santos. 577 p.
- Benavente J. P. I. 1996. Manipulador de alimentos en el sector comercio. S.L. 200 p.
- Bernal A. A. 2003. Documento de la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Colima. 46 p.
- Boatella J. R. 2004. Química y Bioquímica de los alimentos II. Ediciones Universitaria Barcelona. 161 p.

- Costenbader C. 2001. El Gran libro de las Conservas. Disfruto y Hago. 375 p
- Contreras, J. 2006 Alimentación y Cultura. Necesidades, gustos y costumbres. Ciencias humanas y Sociales. Barcelona. Universidad de Barcelona. 51 p.
- Cubillos C., y H. Isaza. 1999. Obtención de un producto glaseado y un producto osmodeshidratado de carambola (*Averroha carambola L.*) en el piedemonte Caqueteño. Tesis. Facultad de Ingeniería de Alimentos, Universidad de la Salle. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá. 4: 84 –100.
- Galan, S. 1991. La carambola y su cultivo. FAO. Roma. 83 p.
- Hernández G. M. S. Producto osmodeshidratado de carambola (*Averroha carambola L.*) en el piedemonte Caqueteño. Tesis. Facultad de Ingeniería de Alimentos, Universidad de la Salle. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá. 4: 84 –100.
- Hoogenkan, H. 1994. Lifestyle and Food Megachanges for Megamarkets Food ingredients. 3:23-29
- Holman, R. 1998. StarFruit. Sheridan Fruit Company, Inc. Portland, OR.<http://www.sheridanfruit.com>
- Hurtado, F. 1983. Jaleas y mermeladas. Universidad Nacional Agraria. Lima, Lima, Perú. 75 p.



- De Dauthy, M. 1995. Fruit and vegetable processing. FAO Agricultural Services Bulletin # 119. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 17 p.
- Desrosier, N. 2001. Conservación de Alimentos. 6ª ed. Continental S.A. México. 468 p.
- Desrosier, N.W. 1977. Elementos de tecnología de Alimentos. 4ª ed. Continental. México. 783 p.
- Erickson, L. E. 1992. J. Food Prot. 45:484-491.
- FAO. 1993. Procesamiento de Frutas y Hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala, Chile. 190 p.
- FAO. 1993. Prevención de pérdidas de alimentos postcosecha; frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. 12-17:1-183.
- Fennema, O.R. 1985. Food Chemistry 2a. ed. Marcel Dekker Inc., New York. pp: 23 – 67
- Galán V. 1991. La carambola y su cultivo. FAO. 108 p.
- Hernández, N. R. 2000. Elaboración y obtención de productos deshidratados y osmodeshidratados de piña nativa (*Ananas comosus*). Tesis Universidad Ciencias de Alimentos. Universidad de Pamplona. 60 – 81 p.
- Hurtado, F. 1983. Jaleas y mermeladas. Universidad Nacional Agraria, Lima. Lima, Perú. 101 p.

- Ibarz R. A. 2005. Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. Tecnología de los alimentos. Mundi-Prensa Libros. 865 p.
- INIFAP/CIRNE/A-335. 2006. La carambola, frutal con perspectivas de producción para la Huasteca Potosina (Avance de Investigación) Campo Experimental Huichihuayán. 2 p.
- De la Garza Núñez A. 2006. La Carambola, frutal con perspectivas de producción para la Huasteca Potosina (Avances de Investigación) INIFAP/CIRNE/A. 335 p.
- Karel, M. 1976. Intermediate moisture foods. *In*: R. Davies y KJ. Parker (ed). Applied Science Publishers Ltd. London. 3:329
- Labuza, T. P. 1980. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. Food Technol. 34(4):36.
- López A. P. 2004. Química y Bioquímica de los Alimentos. Universitario Ediciones de Barcelona. 161 p.
- Materano, W., J. Zambrano, A. Valera Q., I. Alvarez R., M. Maffei, y C. Torres. 2004. Efecto del estado de madurez en Mango Mínimamente Procesado. 3 p.
- Maiz A. 1997. Consecuencias patológicas de la obesidad. Hipertensión, diabetes, dislipidemia, Boletín de la escuela de Medicina. Universidad Católica de Chile. 18:21

- Meletiadis, J., J. Meis F., J. Mouton W., y P. Verweij E. 2001. Analysis of growth characteristics of filamentous fungi in different nutrient media. J. Clin. Microbiol. 39: 478-484.
- Miller, D. D. 2003. Química de los Alimentos: Manual de laboratorio. New Cork. Limusa Wiley. 173 p.
- Morton, J. 1987. Carambola. *In*: Fruits of warm climates. Miami, FL. <http://www.newcrop.hort.purdue.edu>. 84:98-100
- Reglamento (CE) No. 1924/2006 Del Parlamento Europeo y del Consejo del 20 de Diciembre de 2006, Relativo a las Declaraciones Nutricionales y de Propiedades Saludables de los Alimentos. 17 p
- Reglamento Sanitario de los Alimentos 1997. Ministerio de Salud. República de Chile. Decreto 977. 197 p
- SAGARPA/INIFAP. 2001. Conozca el cultivo de la carambola o fruto estrella. 12 p.
- Sielaff H. 2000. Tecnología de la Fabricación de Conservas. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 278 p.
- Tello D.W.O. 1986. Conservación de la carambola (*Averrhoa carambola*) por azúcar y calor. Trabajo Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Iquitos, Perú. 10 p.

**SITIOS WEB CONSULTADOS:**

[http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tropicales/pina.htm#1.%20morfología%20y%20taxonomía](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/pina.htm#1.%20morfología%20y%20taxonomía)

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Resultados del análisis estadístico

Promedio de los parámetros de calidad de las muestras de la conserva de frutas  
en los diferentes tratamientos

Tratamiento	$a_w$		°Bx		pH		Acidez	
1	0.92000	<b>A</b>	33.4667	A	3.57670	<b>A</b>	0.1920	<b>A</b>
2	0.91000	<b>B</b>	33.4667	A	3.11000	<b>B</b>	0.1540	<b>B</b>
3	0.90000	<b>C</b>	32.3000	B	3.07330	<b>C</b>	0.1280	<b>C</b>
4	0.90000	<b>C</b>	31.3667	C	3.00330	<b>D</b>	0.1280	<b>C</b>
5	0.89330	<b>D</b>	31.2000	C	2.62670	<b>E</b>	0.1150	<b>D</b>
6	0.88670	<b>E</b>	28.7333	D	2.23000	<b>F</b>	0.0640	<b>E</b>

### Actividad de agua ( $a_w$ )

TRATAMIENTO	R1	R2	R3
T1	0.9000	0.9000	0.9000
T2	0.8900	0.9000	0.8900
T3	0.9100	0.9100	0.9100
T4	0.9200	0.9200	0.9200
T5	0.8800	0.8900	0.8900
T6	0.9000	0.9000	0.9000

<b>ANALISIS DE VARIANZA</b>					
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTOS	5	0.002115	0.000423	36.9667	0.000
ERROR	12	0.000137	0.000011		
TOTAL	17	0.002253			

<b>TABLA DE MEDIAS</b>		
TRATAMIENTO	REPETICION	MEDIA
1	3	0.90000
2	3	0.89333
3	3	0.91000
4	3	0.92000
5	3	0.88667
6	3	0.90000

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
4	0.92000	<b>A</b>
3	0.91000	<b>B</b>
1	0.90000	<b>C</b>
6	0.90000	<b>C</b>
2	0.89330	<b>D</b>
5	0.88670	<b>E</b>
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		

dms	(1 3) =	0.0060
dms	(1 6) =	0.0060
dms	(1 2) =	0.0060
dms	(1 5) =	0.0060
dms	(6 4) =	0.0060
dms	(6 3) =	0.0060
dms	(6 1) =	0.0060
dms	(6 2) =	0.0060
dms	(6 5) =	0.0060
dms	(2 4) =	0.0060
dms	(2 3) =	0.0060
dms	(2 1) =	0.0060

dms	(2 6) =	0.0060
dms	(2 5) =	0.0060
dms	(5 4) =	0.0060
dms	(5 3) =	0.0060
dms	(5 1) =	0.0060
dms	(5 6) =	0.0060
dms	(5 2) =	0.0060

### Grados Brix (°Bx)

TRATAMIENTO			
1	32.4000	32.2000	32.3000
2	33.6000	33.4000	33.4000
3	31.4000	31.3000	31.4000
4	31.2000	31.1000	31.3000
5	33.2000	33.5000	33.7000
6	28.6000	28.8000	28.8000

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	47.238281	9.447657	496.1231	0.0000
ERROR	12	0.228516	0.019043		
TOTAL	17	47.466797			

TABLA DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA
1	3	32.300003
2	3	33.466667
3	3	31.366667
4	3	31.200003
5	3	33.466663
6	3	28.733332

RESULTADOS DE COMPARACION DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
2	33.4667	A
5	33.4667	A
1	32.3000	B
3	31.3667	C
4	31.2000	C
6	28.7333	D
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		



dms	( 1 5) =	0.2455
dms	( 1 3) =	0.2455
dms	( 1 4) =	0.2455
dms	( 1 6) =	0.2455
dms	( 3 2) =	0.2455
dms	( 3 5) =	0.2455
dms	( 3 1) =	0.2455
dms	( 3 4) =	0.2455
dms	( 3 6) =	0.2455
dms	( 4 2) =	0.2455
dms	( 4 5) =	0.2455
dms	( 4 1) =	0.2455
dms	( 4 3) =	0.2455
dms	( 4 6) =	0.2455
dms	( 6 2) =	0.2455
dms	( 6 5) =	0.2455
dms	( 6 1) =	0.2455
dms	( 6 3) =	0.2455
dms	( 6 4) =	0.2455

### pH

TRATAMIENTO	R1	R2	R3
1	3.5800	3.5800	3.5700
2	3.0600	3.0600	3.1000
3	2.2300	2.2300	2.2300
4	3.0100	3.0000	3.0000
5	3.1100	3.1100	3.1100
6	2.6200	2.6400	2.6200

ANALISIS DE VARIANZA					
	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	3.174759	0.634952	5256.2778	0.000
ERROR	12	0.001450	0.000121		
TOTAL	17	3.176208			

TABLA DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	REPETICION	MEDIA
1	3	3.576667
2	3	3.073333
3	3	2.230000
4	3	3.003333
5	3	3.110000

6	3	2.626667
---	---	----------

<b>RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS</b>		
TRATAMIENTO	MEDIA	
1	3.5767	<b>A</b>
5	3.1100	<b>B</b>
2	3.0733	<b>C</b>
4	3.0033	<b>D</b>
6	2.6267	<b>E</b>
3	2.2300	<b>F</b>
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		
dms	( 2 5) =	0.0196
dms	( 2 4) =	0.0196
dms	( 2 6) =	0.0196
dms	( 2 3) =	0.0196
dms	( 4 1) =	0.0196
dms	( 4 5) =	0.0196
dms	( 4 2) =	0.0196
dms	( 4 6) =	0.0196

dms	( 4 3) =	0.0196
dms	( 6 1) =	0.0196
dms	( 6 5) =	0.0196
dms	( 6 2) =	0.0196
dms	( 6 4) =	0.0196
dms	( 6 3) =	0.0196
dms	( 3 1) =	0.0196
dms	( 3 5) =	0.0196
dms	( 3 2) =	0.0196
dms	( 3 4) =	0.0196
dms	( 3 6) =	0.0196

### Acidez

TRATAMIENTO			
1	0.1150	0.1150	0.1150
2	0.1280	0.1280	0.1280
3	0.0640	0.0640	0.0640
4	0.1920	0.1920	0.1920
5	0.1540	0.1540	0.1540
6	0.1280	0.1280	0.1280

<b>ANALISIS DE VARIANZA</b>					
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
TRATAMIENTO	5	0.027026	0.005405	1088227.12500	0.00000
ERROR	12	0.000000	0.000000		
TOTAL	17	0.027026			

<b>TABLA DE MEDIAS</b>		
TRATAMIENTO	REPETICION	MEDIA
1	3	0.115000
2	3	0.128000
3	3	0.064000
4	3	0.192000
5	3	0.154000
6	3	0.128000

<b>RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS</b>		
TRATAMIENTO	MEDIA	
4	0,1920	<b>A</b>
5	0,1540	<b>B</b>
2	0,1280	<b>C</b>
6	0.1280	<b>C</b>
1	0.1150	<b>D</b>

3	0.0640	E
<b>Nivel de significancia = 0.05</b>		

dms	(2 5) =	0.0001
dms	(2 6) =	0.0001
dms	(2 1) =	0.0001
dms	(2 3) =	0.0001
dms	(6 4) =	0.0001
dms	(6 5) =	0.0001
dms	(6 2) =	0.0001
dms	(6 1) =	0.0001
dms	(6 3) =	0.0001
dms	(1 4) =	0.0001
dms	(1 5) =	0.0001
dms	(1 2) =	0.0001
dms	(1 6) =	0.0001
dms	(1 3) =	0.0001
dms	(3 4) =	0.0001
dms	(3 5) =	0.0001
dms	(3 2) =	0.0001
dms	(3 6) =	0.0001
dms	(3 1) =	0.0001

## Anexo 2. Glosario

- **Alimento** son todas las sustancias o productos de cualquier naturaleza, sólidos, líquidos, naturales o transformados que por sus características, aplicaciones, componentes, preparación y estado de conservación, sean susceptibles de ser habitual o idóneamente utilizados en la nutrición humana (Codex Alimentarius).
- **Alimento sano:** cuando en su composición carece de sustancias tóxicas o de microorganismos patógenas, que puedan ocasionar alguna intoxicación o enfermedad en el que lo consume (Bello,2000).
- **Alimentos naturales simples;** son aquellos que nos ofrece la naturaleza sin necesidad de manipulación, salvo las tareas de siembra del cultivo y recolección como en el caso de ciertos productos vegetales (plátanos, manzanas, peras, verduras, cereales entre otros). También se pueden incluir entre los alimentos naturales simples las carnes procedentes del sacrificio de animales sin más transformación.
- **Alimentos naturales complejos;** Son todos aquellos resultantes de la manipulación de alimentos simples hasta formar otros nuevos: pan, azúcar, aceite, embutidos, **mermeladas**, almíbares entre otros.
- **Alimento perecedero:** Aquel alimento que por sus características, exige condiciones especiales de conservación en sus periodos de almacenamiento y transporte.
- **Antioxidante:** sustancias que prolongan la vida útil de los productos alimenticios protegiéndolos del deterioro de cambio de color y enranciamiento a que dan lugar algunas oxidaciones catalíticas suscitadas por el oxígeno, la luz o ciertas trazas de metales. Los de origen natural corresponden a vitaminas antioxidantes y los artificiales pueden ser derivados del fenol o del ácido gálico.
- **Acidulante;** sustancias que incrementan la acidez de un alimento o le confieren sabor ácido.

- **Edulcorante;** Sustancias diferentes a los azúcares, que se aplican en la elaboración o preparación de un alimento con la finalidad de proporcionarle un sabor dulce. Pueden corresponder a dos grupos claramente diferenciados: Sustancias obtenidas a partir de componentes naturales, que atañen a estructuras bien diversas (péptidos, proteínas, flavonoides y polioles de primera o de segunda generación) y Compuestos de síntesis; que nunca han tomado parte en la alimentación humana.
- **Grados Brix** . Representan el % de sacarosa determinado en el jugo del fruto. Se mide utilizando un brixómetro o un refractómetro para grados brix, las lecturas registradas están dadas a la temperatura indicada por estos instrumentos.
- **Humectantes;** sustancias que impiden la desecación de los alimentos en contra de los efectos consecuentes a un escaso contenido de humedad en el medio ambiente; con ello evitan que se vuelvan resacos y duros. También pueden favorecer la disolución en un medio acuoso de una sustancia sólida en polvo.
- **Madurez: La** culminación del crecimiento y desarrollo natural de un órgano vegetal. En el caso de las frutas es el momento en el que han alcanzado el estadio que asegura la terminación adecuada del proceso de maduración fisiológica.
- **Madurez de consumo:** La segunda etapa de maduración que comienza en el momento en que los frutos poseen cualidades que los hacen comestibles. Representa el período durante el cual se presentan diversos estados de madurez aceptados por el público, de acuerdo a los gustos particulares, desde frutas aún ácidas y compactas hasta frutas maduras, con textura muy suave y todo el potencial de color, sabor y aroma desarrollados.
- **Madurez fisiológica o de sazónamiento:** El lapso o parte del proceso de maduración de los frutos en el cual, aún cuando éstos no son aptos para el consumo, cosechados, son susceptibles, en condiciones apropiadas de



temperatura y humedad, de seguir transformándose y completando su estado de madurez hasta llegar a alcanzar, de manera normal, sus características deseables. Indica el inicio de la cosecha.

- **Madurez hortícola:** La fase en la cual un producto ha alcanzado un estado suficiente de desarrollo como para que después de la cosecha y del manejo postcosecha (incluyendo la madurez comercial si se requiere), su calidad sea, por lo menos, la mínima aceptable.
- **Palatabilidad:** Calidad de ser grato al paladar un alimento
- **Propiedades organolépticas o sensoriales;** Son las que hacen referencia a la capacidad de hacer apetecible o atractivo un alimento, en virtud de las cualidades que son percibidas por los órganos de los sentido; color, sabor, olor, flavor, textura, jugosidad, apariencia, etc.
- **Reología:** La reología es la ciencia que estudia el flujo y las deformaciones de sólidos y fluidos, bajo la influencia de fuerzas mecánicas.
- **Sólidos solubles totales (SST):** Las frutas y hortalizas contienen otros sólidos solubles diferentes de la sacarosa, esto es, otros tipos de azúcares y también ácidos orgánicos, por lo que es más frecuente determinar el contenido total de éstos en por ciento. Para ello se emplean instrumentos como el refractómetro de Abbe.
- **Sinéresis:** Contrario al fenómeno del hinchamiento o fenómeno de gelificación, el agua atrapada es exudada y se produce una compresión del gel. Se puede deber al debilitamiento de interacciones de inestabilidad. Esto se puede dar por las siguientes causas: a) Acidez demasiado baja; b) Deficiencia de pectina; c) Un exceso de agua de fruta; d) Exceso de azúcar invertido.