



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

"ELABORACIÓN DE UNA PASTA DE FRUTAS CON ALTO CONTENIDO DE ANTIOXIDANTES (CAROTENOIDES)"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A :
LUZ DEL CARMEN SIERRA GÓMEZ PEDROSO



EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

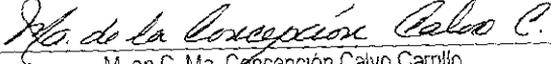
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

Jurado Asignado:

| | |
|---------------|--------------------------------------|
| Presidente | Prof Francisco Javier Casillas Gómez |
| Vocal | Prof Luis Orlando Abrajan Villaseñor |
| Secretario | Profa Ma Concepción Calvo Carrillo |
| 1er. Suplente | Prof Carlos A. Torres Avila |
| 2do Suplente | Prof. Enrique Martínez Manrique |

Sitio donde se desarrolló el tema:

Departamento de Nutrición Animal, Instituto Nacional de Ciencias Médicas
y Nutrición Salvador Zubirán
y
Laboratorio 4-A, Facultad de Química, UNAM.



M en C. Ma Concepción Calvo Carrillo
Asesora



Luz del Carmen Sierra Gómez Pedroso
Sustentante

AGRADECIMIENTOS

A la M. en C. Ma Concepción Calvo Carrillo por el tiempo y paciencia que me brindó durante el desarrollo de esta tesis.

Al Q.F.B. Agustín Reyo Herrera por su valiosa colaboración y sus consejos que lograron hacer posible éste proyecto

Al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán por permitirme desarrollar este proyecto.

A la Facultad de Química por las facilidades prestadas para completar esta tesis y por permitir mi formación profesional.

DEDICATORIAS

A mi madre por brindarme su amor, confianza y apoyo que me permitieron cumplir mis metas.

A mi padre por su apoyo brindado.

A Luisa, Rocío, Silvia, Tábata, Carlos y Joel por todas las experiencias que compartimos durante todo éste tiempo

A Alejandra, Karina y Bety por todos los años compartidos y su apoyo en momentos difíciles.

A Arturo por estar siempre cerca en el momento indicado

A todas las personas que en algún momento me ayudaron a realizar este logro en mi vida

INDICE

| | Página |
|--|--------|
| Introducción | 1 |
| Objetivos | 2 |
| Justificación | 3 |
| Capítulo 1 Antecedentes. | 4 |
| 1.1 Alimentos Funcionales | 4 |
| 1.2 Enfermedades relacionadas con los fitoquímicos | 8 |
| 1.3 Antioxidantes | 11 |
| 1.4 Vitamina C | 12 |
| 1.5 Carotenoides | 13 |
| 1.6 Cromatografía | 17 |
| 1.7 Criterio de Selección de materia prima | 18 |
| 1.8 Papaya | 19 |
| 1.9 Jitomate | 23 |
| 1.10 Zanahoria | 27 |
| 1.11 Mandarina | 31 |
| 1.12 Conservación con azúcar | 36 |
| 1.13 Pasta de Frutas | 38 |
| 1.14 Pectina | 40 |
| 1.15 Ácido Citrico | 42 |
| 1.16 Evaluación Sensorial | 43 |
| 1.17 Envases | 46 |
| Capítulo 2 Metodología: | 51 |
| 2.1 Selección de Materia Prima | 52 |
| 2.2 Análisis de la Materia Prima | 52 |
| 2.3 Lavado | 55 |
| 2.4 Escaldado | 55 |
| 2.5 Elaboración de la Pasta de Frutas | 56 |

| | |
|--|----|
| 2.6 Análisis de Producto Terminado | 56 |
| 2.7 Tratamientos Estadísticos | 58 |
| Capítulo 3 Resultados y Análisis de Resultados | 59 |
| 3.1 Selección de materia prima | 59 |
| 3.2 Acidez y pH | 59 |
| 3.3 Vitamina C | 61 |
| 3.4 Contenido de carotenoides | 62 |
| 3.5 Humedad | 69 |
| 3.6 Sólidos Totales | 70 |
| 3.7 Azúcares Reductores | 71 |
| 3.8 Evaluación Sensorial | 72 |
| 3.9 Etiquetado y Empaque | 74 |
| 3.10 Costos | 77 |
| Conclusiones | 79 |
| Recomendaciones y sugerencias | 81 |
| Bibliografía | 82 |
| Apéndice | 86 |

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han hecho investigaciones donde se ha encontrado que existen sustancias bioactivas, llamadas fitoquímicos, que promueven la salud, ayudando a prevenir enfermedades y/o mejorar la salud general. Éstas sustancias se encuentran principalmente en frutas y hortalizas.

Estos fitoquímicos son los componentes de los alimentos funcionales. El concepto de alimento funcional ha sido promovido por diversos factores: el incremento de la esperanza de vida, los altos costos de los servicios para la salud, los avances en la tecnología de alimentos e ingredientes, la necesidad de los investigadores de difundir sus descubrimientos y una gran cobertura de los medios a éste fenómeno. Sin embargo aún falta mucho por hacer, especialmente en la legislación mexicana.

Un ejemplo de los fitoquímicos son los antioxidantes, sustancias que cuando se encuentran presentes en bajas concentraciones, comparado con el sustrato oxidable, retrasan notablemente o previenen la oxidación de este sustrato. Durante la oxidación intervienen los radicales libres, los cuales se han relacionado con numerosas enfermedades y daños a tejidos, como pulmón, corazón y sistema cardiovascular, hígado, riñón, tracto gastrointestinal, sangre, ojos, piel, músculo, cerebro y proceso de envejecimiento (Fereidon, 1997). Los carotenoides son de los pigmentos más distribuidos y abundantes en la naturaleza, además tienen una alta actividad como antioxidantes, lo cual los hace ideales para pensar en el desarrollo de un alimento nutritivo.

Los consumidores están cada día más interesados en su salud y exigen alimentos más sanos y naturales. Debido a estos factores se hace necesario desarrollar un alimento que satisfaga este interés y sea aceptado por el consumidor.

La pasta de frutas es una opción que cumple con estos requerimientos ya que al ser de frutas, tendrá un alto contenido de antioxidantes (carotenoides) y al ser consumido como un dulce, tiene una alta probabilidad de aceptación.

OBJETIVOS

Objetivos Generales.

- ❖ Desarrollar una pasta de frutas con un alto contenido de antioxidantes (carotenoides)

Objetivos Particulares.

- ❖ Seleccionar las frutas y hortalizas adecuadas para obtener una pasta de frutas con alto contenido de carotenoides.
- ❖ Establecer la formulación adecuada para desarrollar una pasta de frutas con un alto contenido de carotenoides.
- ❖ Obtener una pasta de frutas utilizando productos naturales, que permitan hacer un producto "100% natural".

JUSTIFICACIÓN.

En investigaciones recientes, se ha encontrado que existen sustancias bioactivas denominadas fitoquímicos i.e. antioxidantes, los cuales están presentes principalmente en frutas y hortalizas. Estos tienen una función preventiva contra algunas enfermedades crónico-degenerativas

En Estados Unidos de Norteamérica, los alimentos sanos, naturales y mínimamente tratados continúan creciendo en popularidad, surgiendo una reacción contra los alimentos producidos en cadena y muy elaborados que, hasta hace poco, han compuesto la dieta típica americana . En el mercado europeo, parece haber una proliferación de extremos en comida y bebida: por un lado, productos altamente elaborados y por otro alimentos más naturales. Los consumidores europeos son conscientes de las deficiencias en su alimentación y están buscando fuentes alternativas de valor nutritivo. Hay campo pues, para desarrollar una alternativa sensata a estos extremos (Props, 2001).

Debido a estos dos factores se hace necesario formular un alimento que cumpla con las exigencias del actual consumidor. La pasta de frutas es un alimento que, al ser hecho a base de frutas, tiene un alto contenido de carotenoides y es natural, además es económico por que la materia prima y el proceso que utiliza es también son accesibles.

Capítulo 1 ANTECEDENTES.

1.1 Alimentos Funcionales.

Durante muchos siglos, ha existido la creencia de que los alimentos y las hierbas tienen propiedades curativas y promotoras de la salud. Sin embargo en la actualidad se dio la espalda a estos conceptos y se enfocaron en el tratamiento y prevención de enfermedades con medicinas. Desde el descubrimiento de los nutrientes y la increíble capacidad analítica a nivel molecular, cada vez son mayores los conocimientos acerca de los compuestos químicos que existen de forma natural en los alimentos y sus efectos en el cuerpo humano (Sheehy y Morrissey, 1998). El concepto de alimentos funcionales comenzó en Japón a finales de los '80s, donde era utilizado por la industria para describir alimentos enriquecidos con ingredientes específicos que impartían beneficios a la salud. Actualmente se está viendo una consolidación en esta área, conforme se recopila un mayor número de evidencia médica.

Además de los nutrientes que intervienen en la actividad metabólica normal, los alimentos tienen componentes que pueden brindar beneficios adicionales a la salud; éstos se obtienen a través del consumo de una dieta variada en nuestro abastecimiento normal de alimentos. Estos compuestos promotores de la salud, llamados fitoquímicos, están presentes en muchos alimentos que se consumen con frecuencia, en especial frutas, verduras, granos, legumbres y semillas. Los alimentos funcionales se definen como alimento o ingrediente modificado de un alimento que puede proporcionar un beneficio más allá de los nutrientes tradicionales que contienen. Los fitoquímicos (componentes de los alimentos funcionales responsables de éstos beneficios) se han relacionado con la prevención, tratamiento, o ambos, de por lo menos cuatro de las principales causas de muerte en Estados Unidos de Norteamérica (E.U.) cáncer, diabetes, enfermedad cardiovascular e hipertensión (Bloch y Thompson, 1999).

El concepto de alimento funcional ha sido promovido por diversos factores: el incremento de la esperanza de vida, los altos costos de los servicios para la salud, los avances en la tecnología de alimentos e ingredientes, la necesidad de los investigadores de difundir sus descubrimientos y una gran cobertura de los medios a éste fenómeno (Sheehy y Morrissey, 1998).

Investigaciones por parte del Consejo Internacional de Información sobre Alimentos (IFIC) indican que los consumidores estarían mucho más interesados en conceptos de alimentos funcionales que lo que muchos profesionales en la salud podrían pensar o estar preparados a manejar. (www.clia.org.mx)

La industria alimenticia responde a las demandas de los consumidores de un abastecimiento de alimentos más saludables al desarrollar productos alimenticios ricos en nutrientes, incluso alimentos con bajo contenido en grasa y sodio, así como la promoción de un etiquetado con mayor información para que el consumidor pueda ingerir dietas saludables; todos estos factores han contribuido a tener una conciencia cada vez mayor de los fitoquímicos y los alimentos funcionales, así como las posibilidades de favorecer la prevención y el tratamiento de enfermedades (Bloch y Thompson, 1999)

Existe confusión acerca de cómo describir ésta área de reciente surgimiento porque en Estados Unidos de Norteamérica, Europa y Japón se han sugerido y publicado numerosos términos de uso indistinto o relacionado (nutracéuticos, farmaalimentos, alimentos funcionales, fitoquímicos, etc.) Todos los términos tienen en común la creencia de que estos alimentos o sus componentes son promotores de la salud (Bloch y Thompson, 1999).

Por ser el más común, en éste trabajo se utilizará el término de alimentos funcionales para referirnos a todos aquellos alimentos que den beneficios adicionales a la salud, física o mental, de un individuo, además de su valor nutritivo, y fitoquímicos a las sustancias responsables de éstos beneficios

Los fitoquímicos están fácilmente disponibles en los alimentos que se consumen hoy en día, sin embargo se hacen esfuerzos por aumentar su presencia y concentración mediante bioingeniería o diseño de alimentos

Si bien la evidencia científica de los beneficios clínicos es limitada, cada vez hay más que respalda la incorporación de alimentos ricos en fitoquímicos en la dieta diaria, aun deben determinarse los

niveles óptimos de su ingesta. Sin embargo antes de formular, recomendaciones específicas deben finalizarse las investigaciones *in vivo* e *in vitro* que están en proceso (Bloch y Thompson, 1999).

Un estudio epidemiológico multicontinental llevado a cabo por Gey *et al.* (1993) demostró que el riesgo de enfermedad cardiovascular está relacionado con una baja concentración de antioxidantes en plasma, así como niveles óptimos en plasma están vinculados a la reducción del riesgo; lo cual apoya la noción de que los niveles de ingesta deben basarse en los requerimientos individuales necesarios para lograr las concentraciones óptimas de micronutrientes en plasma.

Los niveles actuales de ingesta dietética de β -caroteno se calculan en 1.5 mg diarios. El mejor cálculo del nivel de ingesta apropiado, basado en ingestiones reflejadas en poblaciones con los índices más bajos de cáncer, enfermedad cardiovascular y cataratas, y la más notable mejoría en los parámetros inmunológicos, es de cerca de 6 mg/día. Los niveles de ingestión necesarios para obtener efectos protectores en las poblaciones "en riesgo", con base en estudios clínicos recientes, excede a 20 mg/día. La ventaja de mejorar la ingesta dietética o la fortificación/modificación, o ambas, es que el consumidor seguirá comiendo alimentos que satisfagan los requerimientos de β -caroteno al tiempo que consume otros fitoquímicos promotores de la salud que se presentan en los alimentos procesados (Bloch y Thompson, 1999).

Aunque existe un acuerdo mundial acerca de la necesidad de informar a los consumidores sobre los beneficios de los alimentos y protegerlos de informaciones erróneas, el establecimiento de recomendaciones para el etiquetado de los alimentos funcionales permanece paralizado. Sin embargo la mayor parte de la confusión proviene de la interpretación equivocada de que los alimentos funcionales "curan"; en realidad la mayoría de los alimentos funcionales actúan como preventivos de algunas de ellas, no obstante no implica que deban clasificarse como fármacos (Props . 2001)

El Ministerio Japonés de Salud y Asistencia Pública ha dado énfasis a tres puntos que deben cumplir los alimentos funcionales (Sheehy y Morrisey, 1998):

1° Deben ser alimentos, no cápsulas, tabletas o polvos

2° Pueden y deben ser consumidos como parte de una dieta y,

3° Deben tener una función particular al ser ingeridos, regulando un proceso corporal específico, previniendo una enfermedad en particular, controlando condiciones físicas o mentales, disminuyendo el proceso de envejecimiento, etc.

Como consecuencia del "boom" en los alimentos y bebidas funcionales, el estado japonés creó un sistema voluntario de aprobación en donde el término de alimentos funcionales se cambió por el término de "alimentos para uso específico de la salud" FOSHU, por sus siglas en inglés). Los alimentos FOSHU fueron definidos por el Ministerio Japonés de Salud y Asistencia Pública como "alimentos procesados que contengan ingredientes que ayuden al cuerpo en sus funciones y que tengan un aporte nutritivo". La aprobación incluye el permiso para declarar en etiqueta los beneficios que el producto puede dar. El sistema FOSHU es muy estricto, ya que se deben contar con pruebas suficientes para poder declarar en etiqueta que el producto es FOSHU (Sheehy y Morrisey, 1998)

La FDA regula los productos alimenticios de acuerdo con sus uso y el tipo de leyendas que aparecen en los empaques. De éstas se permiten dos:

1. Leyendas sobre estructura y función que describen los efectos sobre la función normal del cuerpo y,
2. Leyendas sobre reducción de riesgos de enfermedades (salud) en la relación con los componentes en la dieta o una enfermedad o condición aprobado por la FDA y con el apoyo de convenios científicos

Por supuesto, se requiere una investigación para confirmar los beneficios de cualquier alimento o componente en particular (www.cia.org.mx.)

Está ampliamente reconocido que la dieta juega un papel muy importante en la incidencia de algunas enfermedades. En años recientes se ha acumulado evidencia puntual de componentes en la

dieta que prevén enfermedades cardiovasculares, algunos cánceres, osteoporosis, condiciones inflamatorias y obesidad. También se han enfocado al papel de la dieta en la regulación del sistema inmunológico, disminución del proceso de envejecimiento y la influencia del estado de ánimo y el desarrollo intelectual (Sheehy y Morrissey, 1998)

1.2 Enfermedades relacionadas con fitoquímicos.

Las **enfermedades cardiovasculares (ECV)** son la primera causa de muerte en el mundo. Los factores de riesgo más comunes son: fumar, hipertensión y alta concentración de colesterol en la sangre. En países como Francia se ha encontrado una baja incidencia en las ECV, las cuales se han relacionado con factores genéticos y ambientales y la evidencia bioquímica, epidemiológica e histológica señala a los antioxidantes como posible explicación a estas variaciones. Estos antioxidantes incluyen a las vitaminas E y C, carotenoides, oligoelementos necesarios para el correcto funcionamiento de sistemas antioxidantes (Cu, Zn, Fe, Mn y Se.), y compuestos como ubiquinonas y flavonoides. La hipótesis de los antioxidantes propone que los radicales libres promueven la oxidación de ácidos grasos poliinsaturados, LDL y colesterol, promoviendo una cadena de sucesos que lleva a las ECV, los antioxidantes prevendrían la oxidación de éstos lípidos, previniendo el proceso en su estado inicial (Sheehy y Morrissey, 1998).

La concentración elevada de homocisteína en plasma está fuertemente asociada un aumento en el riesgo de ECV y ha sido postulado un papel preventivo del folato, basado en que concentraciones moderadamente altas de homocisteína en plasma pueden ser reducidas con el incremento en el consumo del folato (Sheehy y Morrissey, 1998)

El mercado actual se ha enfocado en explotar la relación que el consumidor hace entre la disminución de colesterol y un mejoramiento a la salud cardíaca. Los ingredientes que han encontrado una mayor aplicación con la promesa de bajar el colesterol sanguíneo incluyen: fibra insoluble y soluble y ácidos grasos n-3 (provenientes de aceites de pescado). Los aceites provenientes del pescado tienen importantes efectos protectores al corazón, ya que baja el colesterol LDL, promueven la vasodilatación e inhiben la agregación de plaquetas (Sheehy y

Morrissey, 1998). De aquí que se hayan desarrollado un gran número de alimentos con ácidos grasos n-3, como son huevo, leche, pan, pastas, cereales, sopas, etc

Después de las enfermedades cardiovasculares, el **cáncer** es la segunda causa de muertes en el mundo, con el 20%. Si bien existe una predisposición genética, existe evidencia de que 30% de las muertes causadas por cáncer estén relacionadas con la dieta (Sheehy y Morrissey, 1998).

Manipular la dieta parece ser uno de los pocos acercamientos reales para reducir el riesgo de cáncer. Se cree que algunos alimentos como zanahorias, pepinos, manzanas, fresas, soya, coles de bruselas, brócoli, chiles, pescado y cítricos, contienen elementos anticancerígenos. Entre los que más llaman la atención están: aminoácidos específicos, ácidos grasos, vitaminas (incluyendo A/carotenoides, C, D, E, folato y B₁₂) minerales y componentes como flavonoides, terpenos, etc. Su posible mecanismo de acción incluye la activación/destoxificación de compuestos extraños, alterando el crecimiento de reguladores intracelulares como cAMP y/o sirviendo como antihormonas. Microorganismos como bifidobacterias y bacterias lácticas, también pueden tener actividad anticancerígena al activar el sistema inmunológico (Sheehy y Morrissey, 1998)

La obesidad es uno de los mayores problemas dietarios en el mundo de occidente, causando condiciones para enfermedades mortales como: enfermedades cardiovasculares, hipertensión y diabetes. Uno de los caminos en que se puede disminuir la obesidad es desarrollando productos que promuevan la saciedad y reduzcan el consumo de energía. Algunos de los factores alimenticios que se están investigando son los agentes anoréticos (cafeína, teobromina, tiamina y zinc) y fibras o carbohidratos complejos que retracen el vaciamiento estomacal, la digestión y la asimilación. También se ha observado que los fitoestrógenos y péptidos de la leche son capaces de alterar la distribución de la grasa corporal, lo cual puede ser benéfico, ya que los depósitos adiposos abdominales parecen tener más influencia en el riesgo de enfermedades crónicas que el tejido adiposo de la periferia. Aún se requiere un mayor número de investigaciones y trabajo clínico para soportar el desarrollo de alimentos que disminuyan la obesidad (Sheehy y Morrissey, 1998)

Blumberg (1994) revisó el papel de la dieta en el mantenimiento del **sistema inmunológico**, y concluyó que un amplio rango de micro y macro nutrientes tienen un importante efecto en la función inmunológica. Incluyendo algunos aminoácidos (p.e. arginina y glutamina), ácidos grasos n-6 y n-3, algunos minerales, vitaminas liposolubles, carotenoides, flavonoides, etc. (Sheehy y Morrissey, 1998)

Salud Intestinal: Ha ido en crecimiento la creencia científica de que el mantenimiento de la microflora intestinal puede proveer de protección contra algunas afecciones como son la diarrea, intoxicación alimenticia e incluso algunos cánceres. En Europa y Japón se han desarrollado muchos alimentos probióticos, especialmente lácteos. El uso de cultivos probióticos, particularmente *Lactobacillus acidophilus* y *bifidobacterium*, tiene como beneficios: incrementar la resistencia de la flora intestinal a microorganismos invasores y la prevención/tratamiento de diarrea. Para el mantenimiento de la salud intestinal también se maneja la provisión de sustratos (prebióticos) que promuevan el crecimiento de microorganismos benéficos, entre éstos se encuentran los oligosacáridos que no se digieren y absorben en el intestino delgado y que en intestino grueso son fermentados por la flora intestinal. La inulina y la oligofruktosa estimulan el crecimiento de *bifidobacteria* en el colon humano. La inulina puede reemplazar a los sustitutos de grasa en chocolates, mousses, etc. y la oligofruktosa puede reemplazar a algunos carbohidratos. Estos productos aun están en desarrollo (Sheehy y Morrissey, 1998).

La posibilidad de que los alimentos pudieran ser diseñados para combatir el deterioro físico y mental asociado con el **envejecimiento** apela al deseo de mantener una alta calidad de vida el mayor tiempo posible.

En un gran rango de especies animales la esperanza de vida puede ser incrementada significativamente restringiendo el consumo calórico y manteniendo un balance apropiado de los nutrientes. El mecanismo sugerido es a través de la reducción del daño oxidativo del DNA, proteínas y lípidos. Esto lleva a pensar que las vitaminas E y C, los carotenoides, algunos elementos traza y compuestos con propiedades antioxidantes pueden ayudar a retardar el proceso degenerativo que acompaña el envejecimiento y prolongue la esperanza de vida (Sheehy y Morrissey, 1998).

1.3 Antioxidantes

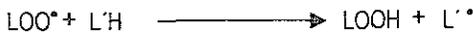
Los antioxidantes son sustancias que cuando se encuentran presentes en bajas concentraciones, comparado con el sustrato oxidable, retrasan notablemente o previenen la oxidación de este sustrato (Shahidi, 1997).

El proceso de autooxidación y el desarrollo de rancidez involucra una cadena de radicales libres que proceden en el siguiente orden: iniciación, propagación y terminación. Los radicales libres se producen en la etapa de iniciación estimulado por la luz, la presencia de oxígeno y de catalizadores metálicos. Estos radicales reaccionan con el sustrato, sustrayendo un átomo de hidrógeno de su molécula. En el paso de propagación, se producen reacciones en cadena, hasta llegar al paso de terminación donde se producen especies no radicales que ya no son reactivas (Cuppet *et al.*, 1997).

Iniciación:



Propagación:



Terminación



Donde LH es el sustrato oxidable, L[•] es el radical libre que se forma al reaccionar con el oxígeno LOO[•] es el radical peroxi formado por la reacción del radical libre L[•], ésta última reacción es muy rápida, por lo que LOO[•] es el producto primario de la autooxidación. (Cuppet *et al.*, 1997)

Los antioxidantes interfieren en este proceso por diferentes mecanismos, los cuales incluyen la inactivación de prooxidantes como el oxígeno singulete o quelando iones metálicos, donando un átomo de hidrógeno o un electrón a los radicales libres formados (Cuppet, *et al.* 1997)

En el cuerpo, los radicales libres están involucrados en numerosas enfermedades y daños al tejido como el del pulmón, corazón y sistema cardiovascular, hígado, riñón, tracto gastrointestinal, sangre, ojos, piel, músculo, cerebro y en el proceso de envejecimiento (Shahidi, 1997). Además de prevenir la oxidación de las proteínas de baja densidad (LDL), previniendo enfermedades cardiovasculares (Rice *et al.*, 1996)

En las frutas y verduras se encuentran una gran cantidad de antioxidantes naturales, tales como los carotenoides, flavonoides, tocoferoles y vitamina C.

1.4 Vitamina C

El ácido L-ascórbico o vitamina C (figura 1) es una sustancia muy soluble que posee propiedades ácidas y fuertemente reductoras (Fennema, 1993). Es la vitamina que previene el escorbuto y está ampliamente distribuida en la naturaleza. La vitamina pura es una sustancia cristalina sintetizada biológica y químicamente a partir de la D-glucosa (Hui, 1992).

Cuando la dosis diaria de vitamina C es menor a 200 mg la absorción de ésta es mayor al 80%; cuando la dosis es mayor, la relación es inversa y la absorción disminuye hasta un 20%. El exceso de vitamina C se excreta por orina (Hui, 1992).

La vitamina C funciona como agente reductor y como un efectivo antioxidante. Es un cofactor en reacciones de deshidroxilación. También interfiere con la formación de la nitrosamina ya que reacciona directamente con los nitritos, en consecuencia puede reducir potencialmente el riesgo de cáncer. La vitamina C reduce los síntomas del resfriado común y es efectivo en el mantenimiento de la salud periodontal. Estudios epidemiológicos han demostrado que el consumo alto de vitamina C está asociado con un menor riesgo en cáncer de colon, estómago y esófago (Hui, 1992)

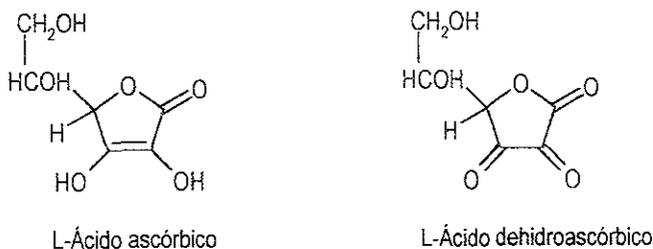
Se ha demostrado que la vitamina C (ácido ascórbico) tiene un efecto sinérgico con otros antioxidantes i.e. carotenoides, ya que el ácido ascórbico repara los radicales de los carotenoides. En el medio biológico se sugiere que el radical carotenoide se reorienta a la membrana celular, acercándose a la zona polar, donde es accesible al ácido ascórbico disuelto en la fase acuosa. Este

efecto se observó en linfocitos humanos donde el daño por el radical nitrato fue de 53% sin antioxidantes y con antioxidantes fue de 5.3% (Edge *et al*, 1997)

La vitamina C es muy sensible a diversas formas de degradación como el pH, la temperatura, el oxígeno, las enzimas, etc. (Fennema, 1993)

En presencia de oxígeno, el ácido ascórbico (vitamina C) se degrada fundamentalmente vía su monoanión (HA-) formando ácido dehidroascórbico (A). Si la presión parcial de oxígeno es menor de 0.40 atm, la velocidad parece estabilizarse, lo que indica una ruta oxidativa distinta; posiblemente se trata de una oxidación directa por radicales hidropéroxido (HOO*) o peróxido de hidrógeno (Fennema, 1993)

Figura 1. Estructura de la vitamina C



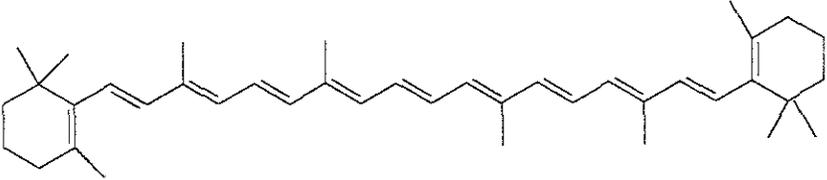
Como el ácido ascórbico es soluble en agua, se pierde fácilmente por lixiviación, a partir de las superficies expuestas por corte o tratamiento, sin embargo en alimentos procesados, las pérdidas más importantes se producen por degradación química. Las tablas de composición de alimentos pueden no ser adecuadas para el cálculo de las concentraciones de ácido ascórbico, ya que a muchos productos se les añaden cantidades importantes de ácido ascórbico (Fennema, 1993)

1.5 Carotenoides.

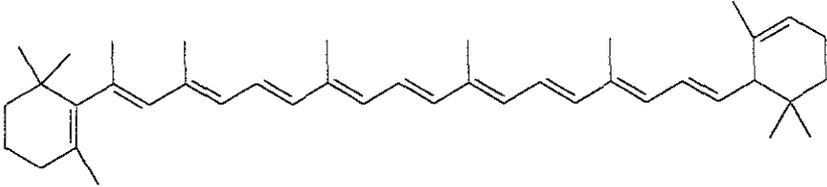
Los carotenoides tienen como estructura básica un polieno de 40 átomos de carbono, formada por ocho unidades de isopreno; constituyen una clase de hidrocarburos denominados carotenos y sus

derivados oxigenados, las xantofilas. Dentro de los carotenos destacan el β -caroteno y el licopeno. Y de las xantinas, la violoxantina, criptoxantina y luteína.

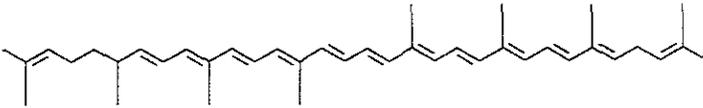
A continuación se presentan las estructuras de algunos carotenoides



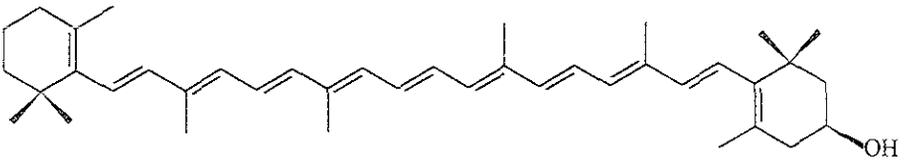
β -Caroteno



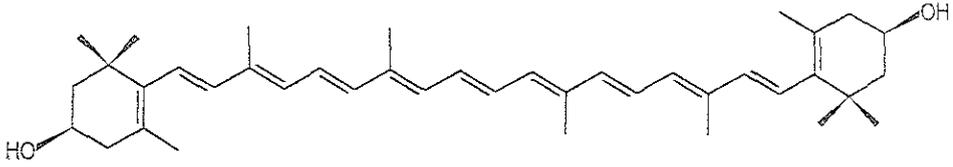
α -caroteno



licopeno



criptoxantina



luteína

En la naturaleza se han identificado más de 420 carotenoides y su color varía del amarillo anaranjado y rojo. Le deben su color a la conjugación de los dobles enlaces, así como a la presencia de sus anillos extremos (cuando existen). Se encuentran principalmente en vegetales de éste color. Por ejemplo: papaya, jitomate, zanahoria, fresa, mango, naranja, mandarina, etc. (Badui,1990).

Los carotenoides pueden presentarse en los vegetales en forma libre o en disolución en lípidos También se presentan como ésteres o en combinación con azúcares y proteínas. La asociación de carotenoides con proteínas estabiliza el pigmento, pero cambia el color. Pueden presentarse en combinación con azúcares reductores, mediante enlaces glicosídicos (Fennema,1993).

En estado natural sus insaturaciones tienen una configuración *trans* El cambio de isomerización hace cambios drásticos en el color. El calor causa la isomerización *trans* a *cis* de algunas insaturaciones, formándose un gran número de combinaciones. Resisten mejor estas modificaciones en el seno del alimento, ya que macronutrientes como azúcares y proteínas ejercen un efecto protector (Badui,1990).

En términos generales, en la naturaleza la cantidad de xantofilas sobrepasa la de carotenos. A diferencia de otras frutas y hortalizas, la zanahoria y el jitomate presentan mayor número de carotenos que de xantofilas (Badui,1990).

Existe una gran similitud entre las estructuras químicas de la vitamina A y de los carotenoides; los que tienen anillos de β -ionona presentan actividad biológica de provitamina A, ya que la mucosa intestinal de los animales superiores los oxidan y los transforman en retinal En el cuadro 1 se presentan algunos carotenoides y su actividad como provitamina A

Cuadro 1 Actividad de Provitamina A de algunos carotenoides.

| Carotenoides | μg correspondiente a 1 UI de Vitamina A |
|---------------------------|--|
| β -caroteno | 0.60 |
| β -apo 8' carotenal | 0.83 |
| Criptoxantina | 1.05 |
| α - caroteno | 1.13 |
| γ -caroteno | 1.43 |
| Licopeno | No tiene actividad de provitamina A |

Fuente (Badui, 1990)

Los carotenoides biológicamente activos son los que tienen instauraciones *trans* y sus isomerización a *cis* disminuye su disponibilidad como precursores de la vitamina A. Cabe indicar que los carotenos, además de tener actividad de provitamina A en el organismo humano, también actúan contra la formación y la acción de radicales libres. Los rayos UV, el humo del cigarro, el aire contaminado, etc., producen diversas moléculas altamente reactivas que son capaces de generar diferentes radicales libres que llegan a dañar la célula; se considera que algunos de los problemas que causan los radicales libres en el cuerpo humano son las enfermedades crónicas del corazón, pulmones, artritis y hasta cáncer. Incluso algunos autores relacionan el proceso de la vejez con la producción de radicales libres (Badui, 1990)

Debido a su estructura insaturada, los carotenoides están sujetos a muchos cambios químicos, principalmente a la oxidación. Su oxidación se acelera con el calor mediante un mecanismo semejante al de la autooxidación de las grasa insaturadas.

1.6 Cromatografía

La cromatografía es un proceso físico dinámico en el cual los componentes moleculares son separados por sus afinidades con dos sustancias referidas como fases: la fase estacionaria y la fase móvil. La fase móvil puede ser líquida, dando lugar a un grupo de técnicas conocidas como cromatografía de líquidos. Ésta fase fluye a través de la fase estacionaria, que puede ser sólida o un líquido inmóvil. Dependiendo de la selección de la de la fase móvil, el tipo de partícula utilizada en la fase estacionaria, las condiciones; los componentes disueltos en la fase móvil viajarán a diferentes velocidades, resultando así su separación (Kirk y Sawyer, 1991)

La cromatografía de líquidos puede ser:

- ✓ *Fase Normal o líquidos-sólido*: Separación basada en la adsorción/ desorción del analito en una fase estacionaria polar.
- ✓ *Fase reversa*: Separación basada en los coeficientes de partición de los analitos entre la fase móvil y la fase estacionaria hidrofóbica.
- ✓ *Intercambio iónico*: Se basa en la afinidad de los iones en solución por sitios opuestos en la fase estacionaria
- ✓ *Exclusión*: Separación basada en el tamaño del analito y la acción de tamizado del empaque de la columna

Los fundamentos de la cromatografía de líquidos se basa en cuatro técnicas analíticas cromatografía en papel, cromatografía en capa fina, cromatografía en columna y cromatografía de líquidos de alta resolución (Kirk y Sawyer, 1991)

En la cromatografía en papel la fase estacionaria es el papel, en el cual se deja secar el extracto con el analito, la fase móvil puede ser agua o una mezcla de disolventes con agua, El papel con el analito se coloca en posición horizontal, para que la fase móvil suba por capilaridad o baje por gravedad, una vez que la fase móvil ha llegado casi al final del papel, el cromatograma está listo para verse, de ser necesario se utilizará algún revelador (Kirk y Sawyer, 1991)

La cromatografía en capa fina es muy similar a la cromatografía en papel, pero utiliza como fase estacionaria polvo, como la sílica gel, adherida a un soporte que puede ser vidrio u otro material, lo cual permite un mayor control en la selección de la fase móvil que en la cromatografía en papel, dándole una mayor selectividad, con una mayor eficiencia y se puede hacer semicuantitativa (Kirk y Sawyer , 1991)

En la cromatografía en columna la fase estacionaria está usualmente empacada en una columna de vidrio de diámetro de 5 a 30 mm de diámetro. Se utilizan muchos materiales de empaque, como son: alúmina, sílica gel, tierras diatómicas, resinas sintéticas, etc. La fase móvil pasa a través de la columna por gravedad (Kirk y Sawyer , 1991)

Usando materiales de soporte pequeños y de tamaño uniforme se obtienen separaciones más eficientes pero las columnas empacadas con éste tipo de materiales ponen una gran resistencia al fluido por lo que se tiene que usar presiones altas para forzar al líquido a pasar. Así surge la cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), una técnica ampliamente utilizada, especialmente valiosa para la cuantificación de compuestos no volátiles permitiendo una rápida estimación de aditivos, contaminantes y componentes de los alimentos (Kirk y Sawyer , 1991)

1.7 Criterio de Selección de la materia prima.

Se seleccionaron frutas y verduras que tuvieran carotenoides (color de amarillo a rojo), dándole importancia al licopeno, β -caroteno y xantinas. También se consideró su capacidad de combinación entre unas y otras, su contenido de pectina, grado de madurez, disponibilidad y precio

La maduración es un proceso genéticamente programado, en el cual se dan transformaciones fisiológicas y morfológicas que conllevan a cambios bioquímicos, cuyo resultado es la biosíntesis de enzimas específicas que provocan reacciones metabólicas relacionadas con el cambio de color, textura, aroma, etc. Durante la maduración se da una degradación de constituyentes de la pared celular que favorecen el ablandamiento y la movilización del agua que conducen a la acumulación de aromas, azúcares específicos y pigmentos (Ruiz y Ruiz, 2001)

Para la elaboración de las pastas de frutas se prefirieron las frutas maduras, ya que éstas contendrán un mayor contenido de carotenoides, más azúcares simples y se pueden utilizar frutas que por su alto grado de madurez ya no sean apropiadas para el consumo humano directo

Las frutas y verduras elegidas fueron: papaya, mandarina, jitomate y zanahoria, por que se distinguieron por su alto contenido de carotenoides y su bajo precio en comparación con otras hortalizas (p.e mango y fresa)

La mandarina, la papaya y la zanahoria son hortalizas que tienen un buen contenido de pectina, ayudando a la elaboración de la pasta de frutas

Además estas frutas y verduras se encuentran durante todo el año, excepto la mandarina, pero para solucionar este problema de temporada, se utilizó el jugo pasteurizado de la mandarina, el cual sí se encuentra durante todo el año

1.8 Papaya.

La papaya, cuyo nombre científico es *Larica papaya*, pertenece a la familia de las caricáceas, orden apiétales. En Centroamérica es conocida vulgarmente por el nombre de "higuera de las islas", "lechosa" (Puerto Rico), "Mameria" (Brasil) y "mamona" y "fruta bomba" (Cuba) (Ibor, 1979).

Es difícil, y a veces imposible seguir el camino de propagación de una planta hasta saturar las áreas geográficas de clima y suelo apropiadas para su crecimiento, tal es el caso de la papaya, de la cual se ha discutido mucho su origen. La primera mención escrita que se tiene de ella es de Oviedo, quien antes de 1935, menciona haberla visto creciendo en Centroamérica, desde Panamá hasta el sur de México. Actualmente los autores coinciden con el origen americano del papayo (Luna y Rivas, 1980).

El papayo es un árbol de desarrollo limitado, pero rápido, su vida tiene una duración de 7-15 años, llega a una altura de 10m, pero sólo da rendimiento los primeros años. Tiene el aspecto de árbol de

tronco simple, sin ramificaciones, de consistencia más carnosa que leñosa, con las cicatrices de las hojas desprendidas a los largo de él y un gran penacho en el ápice (Ibor, 1979)

Su taxonomía general es:

Familia: Caricaceae.

Género: *carica*.

Especie: papaya

Los frutos son unas grandes bayas de aspecto y tamaño parecido al melón cuyo peso puede variar entre 0.5 kg y 8 kg. Su pulpa es de color amarillo naranja, de consistencia similar a la mantequilla, jugosa, perfumada y azucarada, de sabor muy agradable; ésta pulpa rodea a una gran cavidad que contienen numerosas semillas negras, redondas y rugosas del tamaño de un guisante (Ibor, 1979).

Es un fruto alimenticio que contiene vitamina A, B₁, B₂ y C. Si se aprieta su corteza exuda un látex blanquecino cuyo principio activo es la papaína, de propiedades similares a la pepsina; la cual hace que además de ser un excelente alimento, sea coadyuvante de la digestión.

Dada la circunstancia de que el papayo se reproduce por semillas, son muchas las variedades conocidas y aparecen continuamente otras nuevas. Las más conocidas son: Solo, Bluestem, Graham, Bety, Fairchild, Rissime, Tuna, Hortusgred.

Los tipos de papaya más comercializados en México son:

- Papaya verde: De tamaño variable, pesa de 1-5 kg, no se colorea al madurar, tiene poca consistencia.
- Papaya amarilla o cera: tamaño variable con un peso de 1-5 kg, de aspecto ceroso en la epidermis, cuando madura su pulpa tiene un color amarillo.
- Papaya mamey: de tamaño variable, con un peso de 1-5 kg, cuando está madura, su pulpa es color mamey.

- Papaya chichona. Pesa de 1-2 kg es muy parecida a la verde o amarilla, con la excepción de que ésta presenta una protuberancia en la punta floral
- Papaya de pájaro: Papaya de reducido tamaño, su peso máximo es de 1 kg. Tienen un sabor agradable. Se produce eventualmente
- Papaya Solo y Bluestern papayas originarias de Hawai y Florida respectivamente. En México se han empezado a cultivar.
- Papaya maradol: de origen cubano, la variedad maradol, que puede ser roja o amarilla, ésta ha logrado mantener uniformidad en sus características de sabor, consistencia, hermafroditismo, tamaño, etc.

La humedad y el calor son las condiciones esenciales para el buen desarrollo de la planta y logro de una buena fructificación. Requiere zonas de pluviosidad de 1800 mm anuales y temperatura media anual de 20° a 22°C (Ibor, 1979).

El viento no le es perjudicial, ya que su tallo, de aspecto parecido a una palmera, es muy flexible.

Son adecuados los suelos fértiles, blandos, profundos y permeables.

El fruto se consume fresco en rodajas, aderezado con azúcar y limón, como jalea dulce, como postre o en forma de agua fresca.

En el cuadro 2 se presenta la producción agrícola de la papaya maradol en México durante 1999.

Cuadro 2 Producción de la papaya maradol en México

| Estado | Superficie sembrada (HA) | Superficie cosechada (HA) | Rendimiento (ton/HA) | Producción (ton) |
|--------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|
| Chiapas | 1 500.50 | 1 495 50 | 73 532 | 109 966 40 |
| Guerrero | 90 00 | 90 00 | 25 00 | 2 250 00 |
| Jalisco | 1 129 00 | 665 00 | 45 967 | 30 568 00 |
| Michoacán | 626 00 | 626 00 | 29 457 | 18 439 940 |
| Nayarit | 953.00 | 953 00 | 23 257 | 22 164 00 |
| Quintana Roo | 118 00 | 114 50 | 24.646 | 2 822 00 |
| Tabasco | 379.00 | 379.00 | 47.090 | 17 847 00 |
| Veracruz | 95.00 | 95 00 | 11 984 | 1 138.50 |
| Yucatán | 259.00 | 116.00 | 24 397 | 2 830.00 |
| Total | 5 149.50 | 4 534.00 | 45.881 | 208 025.840 |

Fuente SAGAR, centro de estadística agropecuaria, 1999

Composición

A continuación se presenta en el cuadro 3 el contenido de carotenoides de la papaya maradol roja

Cuadro 3 Carotenoides en papaya maradol roja

| Carotenoides | mg/ 100g de pulpa |
|-------------------|-------------------|
| z- caroteno | 0.2478 |
| β -caroteno | 0.2016 |
| Cryptoxantina | 0 9912 |
| Licopeno | 2 667 |

Fuente (Nagy *et al.*, 1992)

En el cuadro 4 se presenta la composición de la papaya por 100 g

Cuadro 4 Composición de la papaya

| Fracción | Por 100g |
|-------------------------------|----------|
| Agua | 88.8% |
| Proteínas | 0.60g |
| Carbohidratos | 28.0g |
| Calcio | 24.0mg |
| Fósforo | 5.0mg |
| Hierro | 0.10mg |
| Sodio | 3.0mg |
| Potasio | 257.0mg |
| Ácido ascórbico | 62.0mg |
| Tiamina (B ₁) | 0.03mg |
| Riboflavina (B ₂) | 0.03mg |
| Retinol | 21.0µg |

Fuente: (Muñoz *et al.*, 1999)

1.9 Jitomate.

El jitomate es el fruto de *Lycopersicon esculentum*. El cultivo del jitomate se originó en el Nuevo Mundo; ya que todas las especies silvestres del jitomate son nativas de la región andina: Colombia, Ecuador, Bolivia, Perú y Chile. México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del jitomate, en 1554 fue llevado a Europa, empezando a comercializarse en Estados Unidos de Norteamérica hacia 1835.

En México el jitomate o tomate está considerado como la segunda especie hortícola más importante por superficie sembrada, y como la primera por su valor de producción; se encuentra en el mercado durante todo el año y se consume fresco o en puré. El jitomate ocupa un lugar preponderante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial (Valadez, 1994).

En el cuadro 5 se presenta la producción de jitomate saladette en México durante 1999

Cuadro 5 Producción de jitomate saladette en México

| Estado | Superficie sembrada (HA) | Superficie cosechada (ton/HA) | Rendimiento (ton/HA) | Producción (Ton) |
|--------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------|
| Quintana Roo | 4.00 | 4.00 | 15.75 | 63.00 |
| Sonora | 728.00 | 723.00 | 24.501 | 17 714.00 |
| Tamaulipas | 76.00 | 73.00 | 6.822 | 498.00 |
| Veracruz | 2.00 | 2.00 | 4.00 | 8.00 |
| Total | 810.00 | 802.00 | 22.797 | 18 283.00 |

Fuente: SAGAR, Centro de estadística agropecuaria

Es una planta anual en su cultivo y puede ser semiperene en regiones tropicales. Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos, en plantas maduras alcanza alturas de 0.40 a 2.0 m. El fruto del tomate es una baya compuesta por varios lóculos, pudiendo constar desde dos (bilocular) hasta tres o más lóculos (multilocular); los cultivares comerciales pertenecen a éste último. El color más común es el rojo y su diámetro es aproximadamente de 10 cm (Valadez, 1994).

Su taxonomía general es

Familia Solanaceae

Género *Lycopersicon*

Especie. *esculentum*

El jitomate es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas. El rango de temperatura del suelo debe ser de 12° a 16°C y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21° a 24°C, temperaturas menores a 15°C y mayores a 35°C pueden detener su crecimiento.

El tomate está clasificado como una hortaliza tolerante a la acidez, con valores de pH de 6.8 a 5.0. Se desarrolla en suelos arenosos y en arcillosos, siendo los mejores los arenosos y los limo-arenosos con buen drenaje.

Parte de la gran popularidad del jitomate se debe a su facilidad para cultivarse, se desarrolla en un amplísimo margen de latitudes, tipo de suelo, temperaturas y métodos de cultivo. El jitomate puede propagarse fácilmente por injertos y éste método es utilizado en ocasiones para prevenir enfermedades. Una práctica común es sostener la planta con una estaca en un enrejado mientras crece. El sistema es valioso, ya que previene el contacto con el suelo y el ataque por bacterias y otros organismos, además que permite un máximo aprovechamiento del suelo. Con éste sistema los frutos se cosechan cuando cambian de color (verde a verde amarillento).

El jitomate es una de las hortalizas que más plagas de insectos, enfermedades patológicas y fisiológicas presenta, desde plántula hasta cosecha de los frutos. De éstos destacan el gusano del fruto, el gusano alfiler y el minador (Valadez, 1994).

De acuerdo con su crecimiento, el tomate se divide en

Determinado

1. Fruto redondo: Royal ACE, Homestead 500, Walter, Pacemaker 590, Batoato.
2. Fruto alargado: Roma VF, Redston, UC-82, Pacemaker 490

Indeterminado

1. Fruto redondo: Culiacán 360, Floradle, Manapol, Tropic 1 y 2, Buenavista, Híbridos
2. Fruto alargado: San Manzano, Heinz 13170

El tomate también se clasifica de acuerdo con su forma y color

Forma

1. Redondo o bola
2. Pera o guajillo

Color

1. Rojo: piel y pulpa rosa
2. Rosa: piel incolora y pulpa rosa

2 Rosa piel incolora y pulpa rosa

Composición

En el cuadro 6 se presenta la composición del jitomate en 100 g del fruto

Cuadro 6 Composición del Jitomate

| Fracción | Contenido en 100g de fruto |
|------------------|----------------------------|
| Agua | 95% |
| Proteínas | 1.1 g |
| Carbohidratos | 4.7g |
| Calcio | 13.0 mg |
| Fósforo | 27.0 mg |
| Hierro | 0.5 mg |
| Sodio | 3.0 mg |
| Potasio | 244.0 mg |
| Ácido ascórbico | 23.0 mg |
| Tiamina (B1) | 0.06 mg |
| Riboflavina (B2) | 0.04 mg |
| Vitamina A | 900 U.I. |

Fuente (Valadez, 1994)

En el cuadro 7 se presenta su composición de carotenoides

Cuadro 7 Composición de carotenoides

| Carotenoides | mg/100g de jitomate fresco |
|-------------------|----------------------------|
| Luteína | 0.13 |
| Licopeno | 3.92 |
| β -caroteno | 0.28 |

Fuente (Khachik et al, 1992)

1.10 Zanahoria.

La zanahoria es utilizada corrientemente como hortaliza es una fuente muy rica de carotenos (5-15 mg por 100 g) El contenido más bajo es el de las zanahorias jóvenes recolectadas a principio de verano, los valores más altos corresponden a las zanahorias más viejas (Bender, 1994)

La importancia principal de esta hortaliza estriba en la gran superficie sembrada y la demanda que tiene durante todo el año.

La zanahoria es originaria de Asia Central; fue introducida a Europa en el siglo XIII, llegando al continente americano a principios del año 1600 (Valadez, 1994)

La zanahoria es una planta bianual y alógama; la parte comestible es una raíz carnosa, cuya coloración, va desde el amarillo hasta el rojo, su longitud puede variar de 15 a 18 cm

Su Taxonomía general es

Familia Umbeliferae

Género *Daucus* (incluye más de 60 especies)

Especie: carota

La zanahoria es una planta de clima templado, puede tolerar heladas, aunque también se puede explotar en época cálida. La temperatura de germinación debe ser mayor de 5°C; las temperaturas

ideales para la germinación oscilar entre 18° y 25°C La temperatura de desarrollo es de 15° a 25°C, siendo la óptima entre 16° y 18°C. Estas temperaturas permiten que se logre cultivar en México durante todo el año, excepto en época de lluvias, utilizando sólo la siembra directa De acuerdo a su pH, la zanahoria ha sido clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, siendo su rango de pH 6.8-5.5 En cuanto a la textura del suelo, se desarrolla mejor en suelos de textura ligera (arenosos) se recomienda usar sulfato de amonio como fuente de nitrógeno (Valadez,1994)

En México se siembra un solo cultivar durante todo el año en todo el país. Lo anterior se debe a que el cultivar "Nantes" es el más aceptado en el mercado, y cuyas características principales son tamaño mediano, color naranja claro con puntas redondeadas. Existen otros cultivares como son: el Emperador (de mayor tamaño) y el Chatenay (más chico) (Valadez, 1994)

La cosecha en México se realiza manualmente, aunque puede recurrirse a la mecánica, como se efectúa en algunas partes de Estados Unidos de Norteamérica. El único indicador de cosecha es el tiempo, y puede hacerse a los 110 a 140 días de edad de la zanahoria, se recomienda que cuando esté en la etapa final del ciclo agrícola, se empiece a hacer un muestreo en los campos sacando zanahorias al azar (Valadez, 1994)

En el cuadro 8 se presenta la producción de la zanahoria en México durante 1999

Cuadro 8 .Producción de zanahoria en México.

| Estado | Superficie sembrada (HA) | Superficie cosechada (ton/HA) | Rendimiento (ton/HA) | Producción (Ton) |
|---------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|
| Aguascalientes | 147.00 | 142.00 | 17.782 | 2 525.00 |
| Baja California | 278.00 | 276.00 | 23.312 | 6 434.00 |
| Baja California Sur | 6.00 | 6.00 | 12.33 | 74.00 |
| Coahuila | 252.00 | 252.00 | 29.663 | 7 475.00 |
| Chihuahua | 4.00 | 4.00 | 14.250 | 57.00 |
| Distrito Federal | 126.00 | 126.00 | 11.881 | 1 497.00 |
| Guanajuato | 5 576.00 | 5 493.00 | 21.009 | 115 405.00 |
| Hidalgo | 24.50 | 24.50 | 14.00 | 343.00 |
| Jalisco | 151.00 | 151.00 | 24.291 | 3 668.00 |
| México | 1 760.00 | 1 760.00 | 21.909 | 38 560.00 |
| Michoacán | 510.00 | 509.250 | 29.760 | 15 127.630 |
| Nuevo León | 515.00 | 515.00 | 11.699 | 6 025.00 |
| Oaxaca | 15.00 | 15.00 | 7.33 | 110.00 |
| Puebla | 3 156.00 | 3 106.00 | 25.267 | 78 480.00 |
| Querétaro | 410.00 | 410.00 | 20.815 | 8 534.00 |
| San Luis Potosí | 22.00 | 22.00 | 16.727 | 368.00 |
| Sonora | 70.00 | 70.00 | 19.70 | 1 379.00 |
| Tamaulipas | 20.00 | 20.00 | 10.00 | 200.00 |
| Tlaxcala | 22.00 | 22.00 | 27.455 | 604.00 |
| Zacatecas | 2 829.00 | 2 829.00 | 27.040 | 76 495.00 |
| Total | 15 893.50 | 15 752.750 | 23.066 | 363 360.630 |

Fuente: SAGAR, Centro de estadística agropecuaria

Composición

Con base en 100 g de parte comestible se proporciona en el cuadro 9 su composición.

Cuadro 9 Composición en 100 g de zanahoria

| Fracción | Contenido en 100 g de hortaliza |
|-----------------|---------------------------------|
| Agua | 88.2% |
| Proteínas | 1.1 g |
| Carbohidratos | 9.7 g |
| Calcio | 37.0 mg |
| Fósforo | 36.0 mg |
| Hierro | 0.7 mg |
| Sodio | 47.0 mg |
| Potasio | 341.0 mg |
| Vitamina A | 11000 U.I. |
| Ácido Ascórbico | 0.8 mg |

Fuente (Valadez, 1994)

En el cuadro 10 se presenta el contenido de carotenoides en la zanahoria, donde destaca su alto contenido de β -caroteno.

Cuadro 10 Contenido de carotenoides en zanahoria

| Carotenoides | Zanahoria cocida 33' | Zanahoria cruda |
|--------------------|----------------------|-----------------|
| | mg/100g | mg/100g |
| Luteína | 0.273 | 0.288 |
| α -caroteno | 3.245 | 2.895 |
| β -caroteno | 8.162 | 6.628 |

Fuente (Granado et al. 1992)

1.11 Mandarina.

Se cree que el origen de los cítricos fue el sureste de Asia, incluyendo desde Arabia oriental hacia el este hasta Filipinas y desde el sur hasta Indonesia o Australia. Los principales tipos de cítricos comestibles incluyen: cidro, naranja agria, lima, limón, naranja dulce, pomeño, mandarina y kumquat (Davies *et al.*, 1999)

El mandarino, presumiblemente originario de Japón, China y Conchinchina, adquirió gran desarrollo. En 1493, durante el segundo viaje de Colón se introdujeron sus semillas en las islas La Española (Sto. Domingo) y la Isabela (Bahamas). Posteriormente se difunden a Cuba y llegan a México en 1517 (Suárez, 1986)

Los frutos cítricos son bayas en hesperidio, tiene una piel correosa que circunda la porción comestible de la fruta. La piel de la fruta cítrica tiene un exocarpio exterior coloreado (flavido) y un mesocarpio interior blanco esponjoso (albedo). La porción comestible (endocarpio) comprende la parte interna de los carpelos que se conforma en segmentos (gajos) que contienen las semillas y vesículas con zumo. No son climatéricos y por tanto carecen del drástico aumento de etileno y de la respiración típica de éstos frutos. Tienen reservas pobres de almidón, por lo que experimentan cambios muy lentos durante el almacenamiento.

La mayoría están compuestos principalmente por agua, pero incluyen niveles moderados de carbohidratos, ácidos orgánicos, aminoácidos, ácido ascórbico y minerales, pequeñas cantidades de flavonoides, compuestos volátiles y lípidos. Son buena fuente de pectina y fibra.

El cultivo mundial de la mandarina está ubicado, de manera general, en dos grandes franjas delineadas por los paralelos 20° y 40°, Norte y Sur. La temperatura ideal para su cultivo varía de los 15° a los 30°C. En la zona norte de la región mediterránea los principales productores son España, Italia, Grecia y Turquía. En la zona norte son México y Belice y en la sur, Brasil, Venezuela, Argentina y Uruguay (Davies y Labriego, 1999)

Los cítricos, incluyendo la mandarina, prosperan mejor en suelos que contengan como fracciones principales al lino, la arcilla y la arena (preferentemente con un 50% de arena) (Suárez, 1986)

El mandarino es el cítrico más exigente en cuanto a potasio se refiere, por tal motivo sus suelos, lo requiere, así como un pH entre 5.5 y 7

Su Taxonomía general es

Familia: rutáceas

Género *Citrus*

Especie *reticulata*

El grupo de los mandarinos comprende numerosas especies, así como híbridos intergenéricos e interespecíficos que poseen características peculiares. El término "mandarina" se usa en las principales regiones productoras de cítricos incluyendo Japón (el mayor productor), China, España e Italia. El término "tangerina" se utiliza en EU. Las mandarinas se denominan "soft citrus" en Sudáfrica (Davies y Labriego, 1999)

En el cuadro 11 se presenta la producción de la mandarina en México durante 1999

Los mandarinos se cultivan principalmente para el mercado de fruta fresca y en gajos, aunque el zumo intensamente coloreado puede también mezclarse con el de naranja u otros zumos para mejorar su color, o se vende tal cual

Tipos de Mandarina

Existe una gran variedad de mandarinos, a continuación se presentan los más representativos

- Mandarinas satsuma (*C. Unshiu Marc*) originaria de China fue transportada hace siglos a Japón donde ha llegado a ser el principal cítrico. Hay unos 100 cultivares de satsuma que

se diferencian básicamente uno del otro por la época de maduración, aunque también en la forma y calidad interna de la fruta. La fruta producida en condiciones de clima fresco tiende a ser pequeña, oblonga y toma un color anaranjado profundo en la piel. Son más resistentes que otros cultivares a las heladas.

- Mandarino común (*C. Reticulata* Blanco): El mandarino común difiere morfológicamente de los satsumas por que tiene un hábito de crecimiento más erguido y en general las frutas y las flores son más pequeños. La fruta, aún cuando tienen las características típicas del mandarino con el eje central hueco, se desgaja fácilmente y tiene los cotiledones verde. Son más difíciles de pelar que las satsumas o las del grupo mediterráneo. Sin embargo la piel se separa con mayor facilidad que la naranja dulce. Dentro de este grupo se encuentran los cultivares "Murcott", "Honey", "Ellendale", "Dancy", y "Clementina".
- Mandarina mediterráneo "Willowlea" (*C. deliciosa* Ten). El árbol es compacto con follaje denso y, como la mayoría de los mandarinos, resistente a las heladas. La fruta tiene muchas semillas, es de tamaño pequeño a moderado y de oblonga a prolongada en un pequeño cuello. La fruta madura a mediados de temporada tiene un sabor de moderado a bueno.
- Híbridos del mandarino. Existe una amplia gama de híbridos del mandarino, hechos por el hombre y naturales, entre los cuales se encuentran "Honey-murcott", "temple", "Mineola", "Orlando", etc.

Cuadro 11 Producción de mandarina en México.

| Estado | Superficie sembrada (HA) | Superficie cosechada (ton/HA) | Rendimiento (ton/HA) | Producción (Ton) |
|---------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------|
| Baja California | 31.00 | 12.00 | 10 946 | 131.350 |
| Baja California Sur | 10.00 | 8.00 | 2.750 | 22.00 |
| Campeche | 40.85 | 40.85 | 6 065 | 247 750 |
| Chiapas | 65.00 | 55.00 | 6 382 | 351.00 |
| Guanajuato | 4.00 | 4.00 | 6.00 | 24.00 |
| Guerrero | 7.00 | 5.00 | 7.20 | 36.00 |
| Hidalgo | 47.00 | 39.00 | 4 923 | 192.00 |
| Jalisco | 8.00 | 8.00 | 5.25 | 42.00 |
| Michoacán | 6.00 | 6.00 | 5.00 | 30.00 |
| Morelos | 2.00 | 2.00 | 13.00 | 26.00 |
| Nayarit | 3.00 | 2.00 | 4.00 | 8.00 |
| Nuevo León | 3 770.00 | 3 770.00 | 8.089 | 30 495.00 |
| Oaxaca | 12.00 | 12.00 | 5.00 | 60.00 |
| Puebla | 34.00 | 34.00 | 10.00 | 340.00 |
| Querétaro | 6.00 | 6.00 | 14.667 | 88.00 |
| Quintana Roo | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 9.00 |
| San Luis Potosí | 2 888.00 | 2 888.00 | 5.728 | 16 543.480 |
| Sinaloa | 84.00 | 71.00 | 9.704 | 689.00 |
| Sonora | 16.00 | 16.00 | 33.00 | 528.00 |
| Tabasco | 103.00 | 80.00 | 5.287 | 423.00 |
| Tamaulipas | 103.00 | 103.00 | 10.753 | 1 107.60 |
| Veracruz | 5 721.75 | 5 430.75 | 15.482 | 84 080.75 |
| Yucatán | 642.00 | 542.00 | 15.153 | 8 213.00 |
| Zacatecas | 11.00 | 9.00 | 9.11 | 82.00 |
| Total | 13 617.60 | 13 146.60 | 10.936 | 143 768.93 |

Fuente: SAGAR, Centro de estadística agropecuaria

Composición

Con base en 100 g de parte comestible se proporciona en la cuadro 12 su composición

Cuadro 12 Composición en 100 g de Mandarina

| Fracción | Composición en 100 g de fruto |
|-----------------|-------------------------------|
| Agua | 85.9% |
| Proteínas | 0.5g |
| Carbohidratos | 12.0g |
| Calcio | 18.0mg |
| Fósforo | 10.0mg |
| Hierro | 0.30mg |
| Sodio | 1.0mg |
| Potasio | 178.0mg |
| Retinol | 108µg |
| Ácido Ascórbico | 72.0mg |

Fuente: (Muñoz *et al.*, 1999)

En el cuadro 13 se proporciona su composición de carotenoides:

Cuadro 14 Contenido de carotenoides en mandarina

| Carotenoides | mg/100g de jugo |
|-------------------------|-----------------|
| α - caroteno | 13.075 |
| β - caroteno | 43.475 |
| z-caroteno | 131.425 |
| α -cryptoxantina | 24.7 |
| β -cryptoxantina | 301.25 |
| anteraxantina | 147.5 |
| Luteína y zeaxantina | 147.5 |

Fuente (Nagy, *et al.*, 1992)

1.12 Conservación con azúcar.

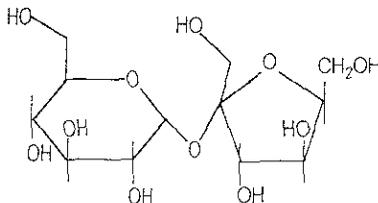
Los carbohidratos se presentan de manera natural, constituyen las tres cuartas partes del mundo biológico y alrededor del 80% del aporte calórico de la humanidad. El término carbohidrato expresa una composición elemental de $C_x(H_2O)_y$

Los monosacáridos son moléculas de relativo bajo peso molecular que contienen cinco o seis átomos de carbono con una fórmula general $C_n(H_2O)_n$. Un monosacárido puede unirse a otro para dar lugar a un disacárido o a otros en una cadena de unidades de monosacáridos para producir tri-, tetra- o polímeros mayores con cadenas de hasta varios millones de unidades. Cuando son de 2 a 10 monosacáridos unidos, forman los oligosacáridos, si son más de 10 se conocen como polisacáridos (Fennema, 1993). De esta forma un oligosacárido común como la sacarosa está presente en uvas, peras, cebolla, mieles, la fructosa es un monosacárido de mayor dulzura que el anterior y se encuentra en mieles, azúcar invertido, jugo de frutas, entre otros (Coronado y Vega, 1993).

La maltosa, otro tipo de oligosacárido, está presente en jarabes hidrolizados de almidón, cebadas y en jarabes de maíz.

Así podríamos seguir enumerando muchos y diferentes carbohidratos, pero el que interesa para este trabajo es la sacarosa o azúcar, por ser el disacárido más relacionado con la conservación, aunque también se pueden utilizar la glucosa y la fructosa (monosacáridos). La sacarosa se puede obtener de la caña de azúcar y de la remolacha.

Figura 2. Estructura de la sacarosa.



La sacarosa es un disacárido de glucosa y fructosa. La ausencia de funciones reductoras semi acetálicas (la función aldehído de la glucosa y la función cetónica de la fructosa están bloqueadas) explica el que la sacarosa no tenga poder reductor. Cuando se hidroliza la sacarosa, se obtiene la glucosa y la fructosa, las cuales sí tienen poder reductor.

Para conseguir la hidrólisis de la sacarosa se puede utilizar la enzima invertasa o puede hacerse por medio de una hidrólisis ácida (pH bajo y temperaturas elevadas); ésta última es favorecida en los alimentos ácidos. La inversión motiva un aumento del 5-26% del peso en materia seca, una débil elevación del sabor dulce y una elevación del azúcar en solución. Al aumentar la concentración de azúcares en solución disminuye el peligro de desarrollo de levaduras o mohos (Claude-Chefftel, 1989).

Una característica compartida de los monosacáridos y disacáridos es la dulzura que proveen, debido a su estructura química.

El azúcar no sólo confiere un sabor dulce a los productos naturales, sino que se puede combinar, de tal forma que resulte un ingrediente de bajo costo y accesible para los procesos de conservación. La conservación por azúcar es un proceso tradicional, que anteriormente se efectuaba con la miel.

Existe una técnica de conservación cuyo principio se basa en la adición de grandes cantidades de azúcar, que disminuyen la actividad acuosa y aumentan la presión osmótica, de tal manera que es

difícil que se produzcan alteraciones microbianas. Las concentraciones usuales en este proceso son de 68.5% y 65% para productos envasados sin vacío y para productos envasados al vacío respectivamente. Cabe mencionar que la capacidad de disminuir la actividad acuosa y, en consecuencia, la actividad de los microorganismos, se debe al azúcar presente en la fase acuosa, por eso la concentración final de este soluto se debe considerar al final del proceso (Coronado y Vega, 1993).

La fabricación de jaleas y conservas con una alta concentración de azúcar es una de las industrias más importante de nuestro país. Estos productos no sólo representan una técnica de conservación sino también una respuesta al comercio moderno para la utilización de recursos agrícolas.

1.13 Pasta de Frutas.

La pasta de fruta es una mezcla de pulpa de fruta y azúcar que se ha concentrado hasta tal punto, que al enfriarse, la masa se vuelve sólida (Elaboración de Frutas y Hortalizas, 1991)

Las pastas de frutas se consideran productos netamente mexicanos, siendo Morelia la cuna de ellos. Además es una técnica sencilla y económica, la cual la hace susceptible de ser un medio de conservación útil en cualquier sitio donde haya un excedente de fruta.

El ingrediente clave para su elaboración es la pectina, que confiere la capacidad de gelificación al producto final, por ello para su elaboración se prefieren productos con alto contenido de pectina (Coronado y Vega, 1993)

La pasta de frutas se elabora utilizando una mezcla de pulpa de fruta y azúcar (5:2), pectina comercial y ácido (Coronado y Vega, 1993)

Pueden utilizarse productos maduros, magullados o picados, sin pudrición. La concentración final se lleva a 68% de sólidos solubles, con pH de 3.5. Cabe aclarar que los grados Brix pueden variar dependiendo de la fruta a utilizar (Coronado y Vega, 1993)

La elaboración de las pastas de frutas consta de los siguientes pasos (Elaboración de Frutas y Hortalizas, 1991)

- Selección: se deben escoger los frutos maduros, sin pudrición que tengan buen color
- Lavado: los frutos se deben lavar enteros para eliminar la tierra, arena y residuos de productos antiparasitarios
- Escaldado: es una breve cocción en agua o vapor y tiene diferentes finalidades: ablandar el tejido vegetal para que soporte manipulaciones posteriores y disminuir su volumen aparente.

eliminar aire de los espacios intercelulares para disminuir la oxidación aumentar la permeabilidad de las paredes celulares, completar el lavado del producto disminución de la carga microbiana e inactivación enzimática (Claude-Chefftel, 1989)

- Deshuesado, extracción y refinación de la pulpa: se pela mecánicamente la fruta y se tamiza en malla para separar las semillas de la pulpa
- Concentración este paso se puede dividir a su vez en:
 - Inicio de la cocción; en este punto se mezclan las pulpas (si se trata de una mezcla) con la mitad del azúcar hasta llegar a aproximadamente a 66°Bx.
 - Adición de la pectina, esta se agrega de 1%-2% si es necesario y se agrega en una mezcla con sacarosa (la restante con respecto a la de la pulpa)
 - Adición del ácido si el pH no es el correcto (3.5) se le debe agregar ácido hasta llegar al pH El más utilizado es el cítrico.
 - Continuación de la cocción la mezcla se sigue cocinando hasta llegar a la concentración deseada (~68°Bx)
- Moldeado: se vacía la pasta en moldes cubiertos con parafina o papel encerado y se deja enfriar por 24 horas
- Secado: se deja al equilibrio con el medio ambiente durante 20 horas
- Empacado
- Almacenamiento.

Defectos de la pasta de frutas (Elaboración de Frutas y Hortalizas, 1991)

En la pasta de se pueden presentar los siguientes defectos

- *Desarrollo de hongos y levaduras en la superficie, causados por envases contaminados, solidificación incompleta, dando por resultados una estructura débil, bajo contenido en sólidos solubles. Los microorganismos que más afectan son los del género *Leuconostoc* y *Bacillus**

- *Cristalización de los azúcares*, una baja inversión de la sacarosa por una acidez demasiado baja provoca la cristalización, por otro lado una inversión elevada por una excesiva acidez o una cocción prolongada provoca la cristalización de la glucosa
- *Caramelización de los azúcares*, se manifiesta por una cocción prolongada y un enfriamiento lento en la misma paila de cocción o por falta de una incorporación uniforme, especialmente de la sacarosa
- *Sinéresis* Se presenta cuando la masa sólida desprende líquido. Generalmente es causado por una acidez excesiva, concentración deficiente, pectina en baja cantidad o por una inversión del azúcar excesiva (se recomienda de un 40-60% de inversión)
- *Estructura débil*, causada por un desequilibrio en la composición de la mezcla, por la degradación de la pectina debido a una cocción prolongada y por la ruptura de la estructura en formación.

1.14 Pectina.

Los subproductos de la industria de zumos de frutas de manzanas y albedos de cítricos, constituyen principalmente las fuentes industriales de la pectina (Multon, 1990). En México también se utiliza como fuente de pectina el tejocote

La pectina es un polisacárido constituido por 150-500 unidades de ácido galacturónico (PM= 30 000 a 100 000) parcialmente esterificadas con un grupo metoxilo

La cadena que constituye el esqueleto contiene también restos de L-ramnosa y está ramificada por β -D- galactopiranososa y α -L- arabinofuranosa (Wong, 1989)

El parámetro químico más importante es el grado de esterificación (G.E), definido como el número de residuos de ácido galacturónico esterificado sobre el total de ellos, expresado en por ciento (Fennema, 1993) El GE disminuye al producirse la maduración del fruto

- Pectinas de alto metoxilo (HM) estas pectinas tienen más del 50% G.E gelifica en un medio con un contenido de sólidos solubles (principalmente sacarosa) del 55% y pH= 2-3.5

- Pectinas de bajo metoxilo (LM) tienen un GE menor al 50% su gelificación se controla introduciendo iones Ca a pH 2.5 a 6.5 y de un 10- 20% de sólidos solubles

En la figura 3 se muestra la estructura de la pectina, el grupo R puede ser un metilo, que indica el grado de esterificación. Por ejemplo si la mitad de los grupos R fueran grupos metilos, el grado de esterificación de la pectina sería de 50

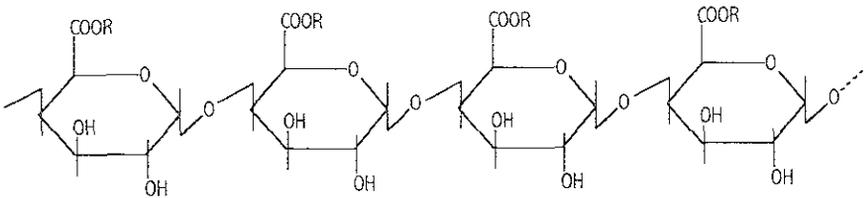
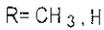


Figura 3 Estructura de la Pectina.

Gelificación.

El mecanismo de gelificación de las pectinas requiere de un medio ácido y de la adición de sacarosa al medio.

El gel de pectina HM se estabiliza por medio de interacciones hidrofóbicas de los grupos ester-metílico y mediante la formación de enlaces de hidrógeno intermoleculares (Wong, 1989).

El bajo pH utilizado para la gelificación de pectinas muy metiladas provoca la protonación de los grupos carboxilato, disminuye la repulsión electrostática entre las cadenas pécticas y aumenta la formación de puentes de hidrógeno (Wong, 1989)

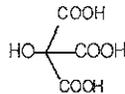
La adición de la sacarosa promueve la formación de puentes de oxígeno y disminuye la actividad del agua, no siendo posible la solvatación del polisacárido (Fennema, 1993)

1.15 Ácido Cítrico.

Los ácidos orgánicos, como es el ácido cítrico (Figura 4), contribuyen en una gran variedad de propiedades funcionales de los alimentos, las cuales incrementan la calidad del producto.

Los ácidos orgánicos son utilizados como antioxidantes, para prevenir la rancidez, o quelar metales pesados, los cuales pueden iniciar reacciones de oxidación o de pardeamiento. Los ácidos pueden estabilizar el color, reducir la turbidez, prevenir salpicaduras, reducir el pH o mejorar la gelificación. También pueden actuar como agentes antimicrobianos, emulsificantes, nutrientes o suplementos (Brannen *et al.*, 1990)

Figura 4 Estructura del ácido cítrico



El ácido cítrico puede ser empleado como agente secuestrante de iones metálicos, es un aditivo GRAS (Generally Recognized As Safe). Es uno de los mayores acidulantes utilizados ya que imparte un sabor cítrico, es un sinérgico de los antioxidantes y retarda las reacciones de pardeamiento. Es un ácido higroscópico, lo que puede ocasionar problemas en productos en polvo

El ácido cítrico no es utilizado directamente como agente antimicrobiano, sin embargo ha demostrado tener actividad contra algunos hongos y bacterias, tales como *Salmonella*, *C. botulinum*, *S. aureus* y bacterias termofílicas. Se ha visto que su mecanismo de acción es a través de quelación de minerales esenciales además del efecto de disminución de pH (Brannen *et al.*, 1990).

Se ha encontrado ácido cítrico en los tejidos de animales y como intermediario en el ciclo de Krebs, por lo que no hay un límite en el consumo diario para humanos

1.16 Evaluación Sensorial.

La evaluación sensorial es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones a componentes característicos de los alimentos y materiales como son percibidos por los sentidos de la vista, el gusto, el oído, el olfato y el tacto (Stone y Sidel, 1985)

En la definición encontramos la palabra "alimentos". la cual se refiere al alimento completo o a un ingrediente por sí mismo. También encontramos en la definición que se enumeran todos los sentidos, lo cual es importante, ya que normalmente se considera la evaluación como pruebas de gusto, hecho que es completamente falso por que engloba los cinco sentidos (Stone y Sidel, 1985).

Como la definición lo explica la evaluación sensorial involucra la medición y valoración de las características sensoriales de los alimentos y otros materiales, también implica la interpretación de los resultados, por lo que los especialistas en evaluación sensorial proveen una unión entre el mundo interno (la compañía) y el mundo externo (el mercado). Esto ayuda a los especialistas que, por evaluaciones realizadas durante el proceso y desarrollo puedan, anticipar el impacto del producto en el mercado, en años recientes se han usado los principios y prácticas de la evaluación sensorial en control y aseguramiento de la calidad. Aquí también la evaluación sensorial contribuye a la "Información Base" y a un sistema más efectivo de control de costos (Stone y Sidel, 1985).

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea su finalidad. Existen tres tipos de pruebas: las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas (Anzaldúa,1994)

Las pruebas afectivas son aquéllas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva hacia el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y éstos son los más difíciles de interpretar (Anzaldúa,1994)

Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados, que deben ser consumidores habituales o potenciales y compradores del tipo de alimentos en cuestión

Las pruebas afectivas pueden clasificarse en 3 tipos: pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación.

En las pruebas de preferencia se desea conocer si los jueces prefieren una muestra sobre otra. La prueba es muy sencilla y consiste en pedirle al juez que diga cuál de las dos muestras prefiere. Es importante incluir en el cuestionario una sección para comentarios que permita ver la razón de por qué los jueces prefieren una muestra en particular (Anzaldúa, 1994).

Las pruebas discriminativas son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento en una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud o la importancia de esa diferencia (Anzaldúa, 1994).

Estas pruebas son muy usadas en control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme, si son comparables a estándares, etc. También se utilizan para hacer cambios de ingredientes (Anzaldúa, 1994).

Para estas pruebas es necesario utilizar jueces entrenados. Las pruebas discriminativas más utilizadas son: prueba de comparación apareada simple, prueba triangular, prueba dúo trío, prueba de comparaciones apareadas de Scheffé, prueba de comparaciones múltiples, prueba de ordenamiento (Anzaldúa, 1994).

Las pruebas descriptivas son aquellas en las que se describen las características sensoriales percibidas de un producto, usualmente en el orden de aparición. Es una descripción total completa del producto, la cual puede ser cualitativa o cuantitativa (Stone y Sidel, 1985).

Existen muchos métodos para realizar las pruebas descriptivas, los más representativos son (Stone y Sidel, 1985)

- Pruebas cualitativas: Perfil de sabor®, Expertos
- Pruebas cuantitativas: Perfil de textura®, Análisis descriptivo cuantitativo (QDA®)

La estadística es la disciplina de mayor relevancia en el análisis sensorial. Esta disciplina proporciona un apoyo fundamental en el manejo de los datos numéricos teniendo como consecuencia la comprensión de la información que se genera mediante la prueba sensorial. La estadística, que nos enseña los elementos de la probabilidad, puede dividirse en dos tipos (Pedrero y Pangborn, 1996).

- a) Descriptiva, la cual trata de la clasificación de los datos, como los histogramas construidos a partir de una distribución de frecuencias gráficas y pictogramas, cálculos de medias, medianas y modas; cómputo de varianzas y rangos
- b) La inferencial, que es el proceso por el cual se establecen enunciados inductivos con base en muestras aleatorias tomadas de una población objetivo y permite tomar la mejor decisión a partir de la información que se tenga.
- c) e inferencia estadística, incluye la estimación de los parámetros poblacionales (por ejemplo media, varianza), así como la formulación y la prueba de una hipótesis referida a dicha población

La formulación de una hipótesis está estrechamente ligada a los objetivos del experimento propuesto y se establece antes de desarrollar el experimento (Pedrero y Pangborn, 1996).

Convencionalmente se ha definido dos tipos de hipótesis:

La hipótesis nula (H_0) declara que no hay diferencia ente los materiales que se estudian.

$$H_0: X_1 = X_2$$

La hipótesis alternativa (H_a) declara que sí hay diferencia entre los materiales que se estudian

$$H_a: X_1 \neq X_2$$

Si no se indica como es la diferencia (mayor o menor) se dice que es de dos colas, ya que no se declara "sentido" a la diferencia sí se especifica es de una cola (Pedrero y Pangborn, 1996)

Después de plantear las hipótesis se debe decidir el nivel de significancia α , comúnmente se manejan rangos de 5%, 1% y 0.1%, tomar muestras aleatorias, calcular el estadístico pertinente (Pedrero y Pangborn, 1996)

t de student

El estadístico *t* de student parte del supuesto que los datos para analizar pertenecen a una población, en otras palabras, son datos continuos. Los cálculos que involucra la *t de student* incluyen estadísticos poblacionales como la media y la desviación estándar (Pedrero y Pangborn 1996)

Determina si las medias que arroja la evaluación de una o dos muestras pertenecen o no a una misma población. Esta prueba nos indica si las diferencias encontradas pueden declararse como significativas con un cierto nivel de confiabilidad (Pedrero y Pangborn, 1996)

1.17 Envases

El envase es cualquier recipiente adecuado que está en contacto directo o indirecto con el producto, para protegerlo y conservarlo, facilitando su manejo, transportación, almacenamiento y distribución (Rodríguez, 1997). Se clasifican en:

- ✓ Envase primario: es el recipiente que mantiene contacto directo con el producto
- ✓ Envase secundario: es aquél que contiene uno o varios envases primarios y puede tener como función principal agrupar los productos.
- ✓ Envase terciario: En algunos casos los envase secundarios requieren un embalaje

El embalaje tienen como función primaria envolver, contener y proteger debidamente los productos envasados, sobretodo durante la transportación, almacenamiento y comercialización

En el cuadro 14 se enumeran las diferentes funciones que tiene el empaque y las consideraciones que se deberán tomar en cuenta para éstos

En la industria de alimentos el envase juega un papel muy importante como promotor del producto. Sin embargo su función no termina en ese momento, ya que el éste debe garantizar que el consumidor obtenga un producto acorde con el precio pagado (Rodríguez, 1997)

Cuadro 14 Funciones del empaque

| Funciones | Consideraciones |
|--------------------|--|
| Protección | "A prueba de gas", "A prueba de humedad", "Impermeabilidad", "Protección contra los rayos del sol y ultravioleta", etc |
| Estabilidad | Protección contra agentes químicos, climatización, protección contra el calor, contra el frío, contra agua, etc |
| Resistencia Física | Resistencia a tracción, estiramiento, desgarre, compresión, etc |
| Maquinabilidad | Hermeticidad, deslizamiento, dotado de elasticidad, aptitud para adhesivos, protección contra elasticidad estática, estabilidad dimensional, etc |
| Comodidad | Fácil de abrir y cerrar, unidad de distribución, etc |
| Factor económico | Precio unitario, productividad, racionalización del empaque, normalización, almacenamiento, sistematización, empaque adecuado, etc |
| Higiene | Protección contra entrada de objetos extraños, contra olores desagradables, seguridad, control de reglamentación, contra descomposición, a prueba de cambios de color, etc |
| Comerciability | Aptos para rotulación, grado de suavidad, transparencia, color, etc |
| Aspecto Social | Apto para proceso residual (combustión-reciclaje), suministro estable de recursos, control de reglamentación, reducción de recursos de energía, etc |

Fuente (Rodríguez, 1997)

El primer contacto del consumidor con el producto es el envase. En los supermercados los miles de productos exhibidos captan en promedio tan sólo 2 segundos o menos la mirada del consumidor, de ahí que un envase pueda vender, informar y promocionar los productos (Rodríguez, 1997)

El diseño y desarrollo de los materiales y formas tales que mantengan protegido y en buenas condiciones el producto envasado no sólo debe pensarse en el producto sino hacia quien va dirigido, cómo será transportado, tiempo de almacenamiento, forma de consumo, etc (Rodríguez, 1997)

Algunas consideraciones para el diseño de envases son

- 1 Conocer el producto El envase debe ser diseñado para un producto específico y no viceversa
- 2 Analizar el mercado.
- 3 Diseñar envases competitivos
- 4 Reconocer necesidades del consumidor con respecto al envase
- 5 Innovar
- 6 Mantener la ética del envase No debe intentar engañar al consumidor, ni en aspecto funcionalidad o textos
- 7 Integrar recursos
- 8 Revisar volúmenes de producción. Volúmenes bajos no justifican la fabricación de un molde para un envase exclusivo del producto.

Cuando se desarrolla un envase, éste debe también satisfacer las necesidades de muy diversas áreas: mercadotecnia, compras, plantas, ingeniería, investigación y desarrollo y por supuesto la protección adecuada del producto. Algunas de estas necesidades son: envase atractivo, diseño único, económico / rentable, que brinde vida útil acorde al producto, operable en los equipos y líneas de envases disponibles, calidad constante, fácil apertura, etc.(Rodríguez , 1997)

Los objetivos del envase podrían resumirse en:

- ✓ Contener, proteger
- ✓ Cargar.
- ✓ Distribuir transportar
- ✓ Conservar
- ✓ Comunicar, informar
- ✓ Reducir costos de producción
- ✓ Mostrar, presentar
- ✓ Motivar, vender
- ✓ Promover

Para efectos prácticos los elementos de envase pueden resumirse en los siguientes estructura. estética, comunicación y aspectos legales (Rodríguez, 1997)

Etiquetado en México.

En México no existe una norma que regule los alimentos funcionales, sin embargo se habla de una norma de etiquetado, donde se regula la información que deben contener las etiquetas de los alimentos y bebidas no alcohólicas, determinando sus características. Esta norma es la NOM-051-SCFI-1994; en la cual se establece que:

- ✓ La información contenida en las etiquetas de los alimentos debe ser veraz y debe presentarse de forma que no induzca a error
- ✓ En la etiqueta deberá figurar una lista de ingredientes, encabezada o precedida por el término "ingredientes", los cuales deberán enumerarse por orden cuantitativo decreciente (m/m). Cuando se declare el uso de aditivos permitidos en la elaboración de alimentos o bebidas no alcohólicas, pueden emplearse las denominaciones genéricas o el nombre específico del aditivo.
- ✓ Debe declararse el contenido neto y la masa drenada en unidades del sistema general de unidades de medida, de acuerdo con la norma correspondiente.
- ✓ Se debe indicar en la etiqueta el nombre o razón social y el domicilio fiscal del fabricante.
- ✓ En la etiqueta se debe incorporar la leyenda " Hecho en..", "Producto de..." "Fabricado en " u otras análogas seguidas del nombre del país de origen.
- ✓ Cada envase deberá llevar grabado el número de lote, con una clave, en un lugar visible y de ninguna manera deberá estar oculta y/o alterada
- ✓ La declaración nutrimental en la etiqueta de los productos preenvasados es voluntaria. Sólo es obligatoria cuando se realice la declaración en forma cuantitativa o cualitativa de alguna propiedad nutrimental. Cuando se incluya es obligatorio declarar lo siguiente
 - a) Contenido energético, en kJ(kcal) por 100g o por porción o envase, si éste contiene un sola porción
 - b) Las cantidades de proteínas, carbohidratos y lípidos disponibles, por 100g o por porción o envase, si éste contiene un sola porción

- c) La cantidad de sodio
- d) La cantidad de cualquier otro nutrimento acerca del cual se haga una declaración de propiedades y,
- e) La declaración de propiedades nutrimentales cuantitativa y cualitativamente de algunos nutrimentos o ingredientes en la etiqueta.

La declaración numérica sobre vitaminas y minerales debe expresarse en unidades métricas o en porcentaje de la ingestión diaria recomendada (IDR) por 100 g o por porción o envase, si éste contiene un sola porción

- ✓ En la etiqueta puede presentarse cualquier información o representación gráfica así como materia escrita, impresa o gráfica, siempre que no esté en contradicción con los requisitos obligatorios de la norma
- ✓ Se prohíbe el uso de las siguientes declaraciones
 - Declaraciones que impliquen que una dieta recomendable con alimentos y bebidas no alcohólicas ordinarias no pueden suministrar cantidades suficientes de todos los nutrimentos
 - Declaraciones de propiedades que no puedan comprobarse
 - Declaraciones de propiedades sobre la utilidad de un alimento o bebida no alcohólica para prevenir, aliviar, tratar o curar una enfermedad, trastorno o estado fisiológico
 - Declaraciones de propiedades que puedan suscitar dudas sobre la inocuidad de alimentos o bebidas no alcohólicas similares o causar o explotar el miedo a los consumidores y utilizarlo con fines comerciales
 - Declaraciones que indiquen que un alimento o bebida no alcohólica ha adquirido un valor nutrimental especial o superior gracias a la adición de nutrimentos
 - Declaraciones de propiedades sin significado
 - Declaraciones de propiedades respecto a prácticas correctas de higiene y comercio
 - Declaraciones que afirmen la naturaleza u origen "orgánico" o "biológico" de un alimento o bebida, excepto en los casos en que se compruebe que el producto realmente tiene ésta característica

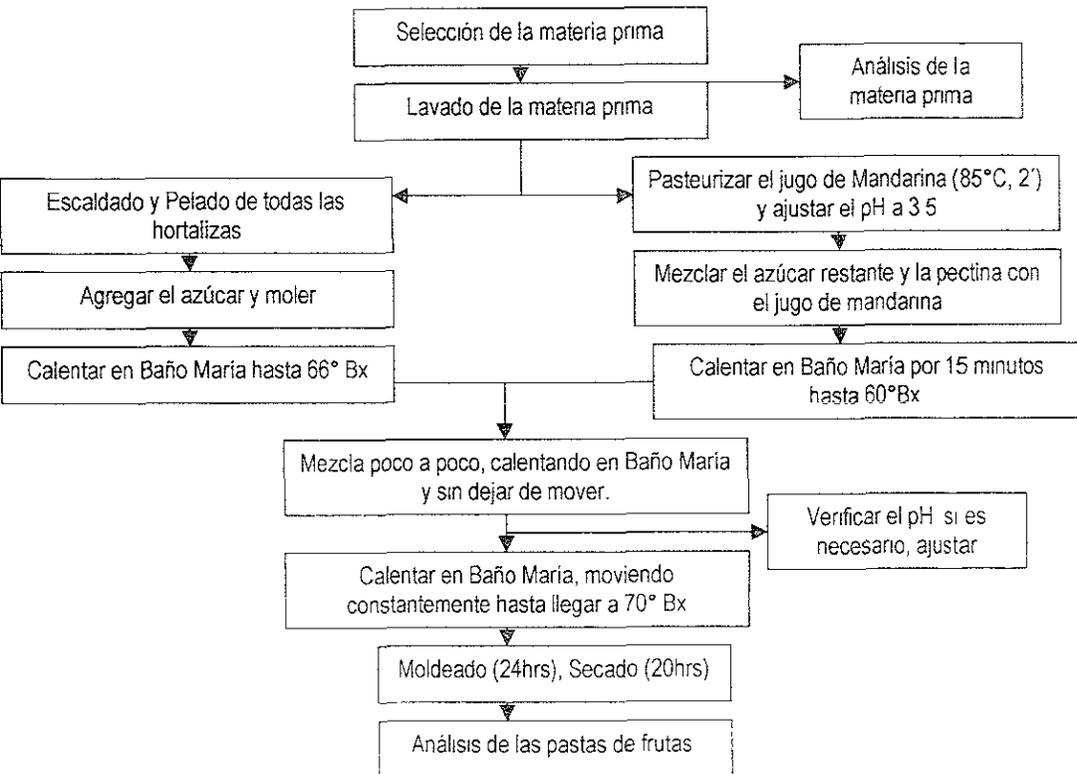
Capítulo 2 METODOLOGÍA.

Todas las pastas de frutas tuvieron como ingredientes pulpa de las frutas y verduras seleccionadas, azúcar, pectina y ácido cítrico.

Durante este trabajo se formularon cuatro diferentes pastas de frutas (1, 2, 3 y 4) Estas se analizaron fisicoquímicamente y se evaluó su contenido de carotenoides

El siguiente diagrama de flujo muestra los pasos seguidos en la realización de este trabajo:

Figura 5 Diagrama general para la elaboración de las pastas de frutas



2.1. Selección de Materia Prima

Se seleccionaron frutas y verduras que tuvieran carotenoides (color de amarillo a rojo), dándole importancia al licopeno, β -caroteno y xantinas. También se consideró su capacidad de combinación entre unas y otras, su contenido de pectina, grado de madurez, disponibilidad y precio.

Se prefirieron las frutas maduras, ya que éstas contendrán un mayor contenido de carotenoides, más azúcares simples y se pueden utilizar frutas que por su alto grado de madurez ya no sean apropiadas para el consumo humano directo.

Se buscaron frutas y verduras que se pudieran encontrar durante todo el año, que se cosecharan en México con una producción elevada.

2.2. Análisis de la Materia Prima:

Las muestras se analizaron según las técnicas reportadas en la AOAC OM 920.149, haciéndotas por triplicado.

Los análisis que se llevaron a cabo fueron

1. Acidez (AOAC OM 942 15)

Se titularon las muestras disueltas en agua con NaOH 0.1N y fenolftaleína hasta el vire del indicador y se reportó % acidez, expresada como ácido cítrico.

2. pH (AOAC OM 981 12)

Se determinó con un potenciómetro, las muestras sólidas se pesaron y se les adicionó agua, mientras que en las muestras líquidas se midió el pH directamente.

3. Vitamina C (Calvo, 1999)

Para la medición de la vitamina C se utilizó la técnica modificada por Ranganna, que consiste en realizar la técnica volumétrica del 2,6 diclorofenol indofenol con una posterior extracción con xileno, la cual se lee en el espectrofotómetro a 520 nm.

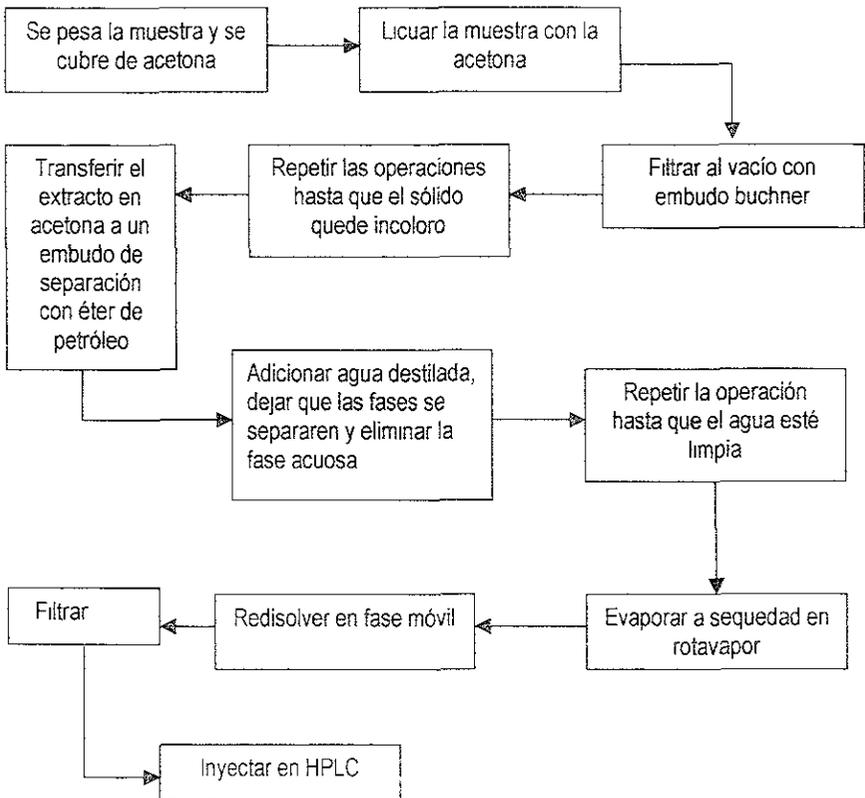
4. Sólidos Totales (AOAC OM 921 151)

Los sólidos totales se midieron directamente con un refractómetro de mano, reportándose éstos en °Bx.

5. Contenido de Carotenoides

La cuantificación de carotenoides se llevó a cabo por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC, por sus siglas en inglés), para lo cual primero se debe hacer una previa extracción, cada una por duplicado. Desde que se inicia la extracción hasta obtener los resultados, se deben proteger los carotenoides de la luz. En la figura 6 se describen las etapas que se realizaron durante el análisis de carotenoides

Figura 6 Extracción de carotenoides y análisis por HPLC



Se probaron diferentes fases móviles quedando como definitiva la mezcla de acetonitrilo diclorometano.metanol-hexano (50 25 20 5) En el cuadro 15 se muestran las fases móviles probadas La velocidad de flujo fue de 1mL/min, con un volumen de inyección de 20 µL y la detección se realizó con un espectrofotómetro a una longitud de onda de 440 nm

Cuadro 15 Fases probadas para la cuantificación de carotenoides

| Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 |
|---------------------------------|--|---|
| Acetonitrilo Metanol (70:30) | Acetonitrilo. Metanol/diclorometano (80:20) | acetonitrilo: diclorometano:metanol:hexano (50:25:20:5) |

Fuente Fase 1- (Khachik *et al*, 1992), (Oliver y Palou, 2000), Fase 2 (Granado *et al*, 1992), Fase 3 (Khachik *et al*, 1992),(Sommerburg *et al*, 1997)

Las muestras se prepararon por duplicado cada una se inyectó por triplicado a temperatura ambiente

Además de inyectar las muestras se inyectaron estándares de luteína, zeaxantina, criptoxantina, β-caroteno y licopeno y se hicieron sus respectivas curvas patrón como se muestra a continuación

| Carotenoides | Intervalo de µg para la curva patrón |
|---------------|--------------------------------------|
| Luteína | 0 - 18 |
| Zeaxantina | 0 - 55 |
| Criptoxantina | 0 - 10 |
| Licopeno | 0 - 10 |
| β- caroteno | 0 - 14 |

Para confirmar la concentración inyectada de estándar se hizo el espectro de cada estándar y se calculó su concentración según la siguiente fórmula

$$C(\mu g) = \frac{A * y(mL) * 10^6}{E * 100}$$

Donde C es la concentración,
A es la absorbancia,
y es el volumen de la solución y,
E es la constante de extinción molar

6. Humedad. (AOAC OM 934 06)

2.3. Lavado

Durante el lavado de las frutas y verduras se busca eliminar la tierra de la superficie, así como microorganismos, en éste trabajo se lavaron el jitomate, la zanahoria y la papaya con agua y jabón, cuidando de eliminar perfectamente el jabón de la superficie

2.4 Escaldado:

El escaldado de las frutas y verduras seleccionadas fue

| Fruta o verdura | Temperatura | Tiempo |
|-----------------|-------------|------------|
| Papaya | 92°C | 5 minutos |
| Zanahoria | 92° C | 30 minutos |
| Jitomate | 92° C | 2 minutos |

Fuente (Elaboración de Frutas y Hortalizas, 1991)

El jugo de mandarina que se utilizó fue pasteurizado (85°C, 2') (Elaboración de frutas y hortalizas,1991), por lo que no requirió de un escaldado previo

2.5. Elaboración de la Pasta de Frutas:

A continuación se presenta un cuadro con las materias primas y los porcentajes utilizados en la elaboración de las diferentes pastas de frutas

| Ingredientes | Pectina | Azúcar | Papaya | Mandarina | Zanahoria | Jitomate |
|--------------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| P.F. 1 | 1 % | 36 % | 30 % | 16 % | 17 % | -- |
| P.F. 2 | 2 % | 40 % | 30 % | 28 % | -- | -- |
| P.F. 3 | 2 % | 36 % | 27 % | 31 % | -- | 4 % |
| P.F. 4 | 2 % | 36 % | 26 % | 18 % | -- | 18 % |

A la pasta de frutas 1 se le agregó un menor contenido de pectina por que la zanahoria tiene más pectina que las otras frutas y hortalizas. Tomando en cuenta éstos porcentajes como los iniciales se procedió a hacer la pasta de fruta:

Los vegetales escaldados se muelen con la mitad del azúcar a utilizar. Ésta mezcla se calientan en Baño María, sin dejar de mover, hasta llegar aproximadamente a 65°Brix.

Al mismo tiempo se ajusta el pH del jugo de mandarina a 3.5 y se disuelve en él el resto del azúcar y la pectina, esta mezcla se calienta en Baño María hasta llegar a 60°Brix.

Se homogeneizan las dos mezclas anteriores y se sigue calentando, sin dejar de mover hasta llegar a 70°Brix. Una vez llegado a éste punto se pasa a los moldes que pueden estar cubiertos con parafina o en papel encerado y se dejan enfriar a temperatura ambiente por 24 horas. Después de éste tiempo se desmoldan y se dejan secar a temperatura ambiente por otras 24 horas. Una vez transcurrido este tiempo la pasta de frutas está lista para empacarse y consumirse.

2.6. Análisis del Producto Terminado.

Las muestras se prepararon según la metodología descrita por la AOAC OM 920.149, preparando triplicados de cada producto.

A continuación se enumeran los análisis realizados al producto terminado, los primeros seis no se describen, ya que son las mismas metodologías utilizadas para la materia prima

1. **Acidez** (AOAC 942.15)
2. **pH** (AOAC 981.12)
3. **Vitamina C** (Calvo, 1999)
4. **Sólidos Totales** (AOAC; 920.151)
5. **Contenido de carotenoides**
6. **Humedad.** (AOAC 934.06)

A diferencia de la materia prima, las pastas de frutas se secaron a 60°C.. debido a su contenido de azúcar.

7. **Azúcares reductores** (Manual de metodologías generales, laboratorio de análisis de alimentos)

Los azúcares reductores se cuantificaron por el método del ácido dinitrosalicílico (DNS). Se cuantificaron azúcares reductores directos y totales, por medio de una curva patrón con glucosa y se realizaron los siguientes cálculos para llegar a % de sacarosa y % de inversión de sacarosa:

$$\% \text{de azúcares reductores} = \frac{X * F.D. * 10^4}{P.m.}$$

Donde :

X son los mg de glucosa interpolados a partir de la curva patrón

F.D es el factor de dilución utilizado durante la cuantificación y,

P.m es el peso de la muestra.

Los reductores directos son los reductores que reaccionan sin una hidrólisis previa y corresponde a los azúcares hidrolizados durante la elaboración de la pasta de frutas

Los reductores totales son los reductores que se obtienen después de una hidrólisis completa. La diferencia entre los reductores totales y los reductores directos es la cantidad de sacarosa en la muestra

$$\text{Sacarosa}(g) = \frac{Y * 342}{36 * 10^4}$$

Donde

Y son los mg de glucosa obtenidos a partir de la curva patrón

8. Evaluación sensorial (Anzaldúa, 1994).

Se hicieron pruebas de preferencia con las diferentes pastas de frutas. Las pruebas se hicieron con 80 jueces, siendo todos consumidores potenciales. En el anexo I se muestra la hoja de cuestionario con la cual que se hicieron las pruebas, en la cual se pidió que se hicieron comentarios para mejorar el producto.

2.7 Tratamientos estadísticos.

En el caso de los análisis fisicoquímicos de materia prima y producto terminado, se calculó el promedio. De acuerdo a las siguientes fórmulas.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Para el tratamiento de datos de las evaluaciones sensoriales que se llevaron a cabo se utilizó el estadístico de *t* de *student* de acuerdo a las siguientes fórmulas (Pedrero y Pangborn, 1996):

$$t = \frac{\bar{D}}{\left(\frac{1}{n} \right) \sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

Con los grados de libertad $g.l. = n - 1$

Donde D son las diferencias entre cada muestra y n es el número de muestras

Finalmente el valor de *t* se compara con el valor correspondiente al grado de libertad y al nivel de significancia de la tabla "valores críticos para la *t* de *student*", prosiguiendo a aceptar o rechazar la hipótesis planteada según sea el caso (Pedrero y Pangborn, 1996)

Capítulo 3

Resultados y Análisis de Resultados.

En este capítulo se presentan los resultados finales obtenidos durante el desarrollo experimental. Estos resultados son el promedio de las repeticiones hechas en cada caso después de haber realizado todos los cálculos pertinentes para llegar al resultado final.

3.1 Selección de Materia Prima.

Las frutas y verduras elegidas fueron: papaya, mandarina, jitomate y zanahoria, ya que se distinguieron por su alto contenido de carotenoides.

La papaya, es una fruta que contiene licopeno y una gran variedad de xantofilas, además de β - y α -caroteno, con ella se puede combinar muy bien la mandarina, que tiene un mayor contenido de carotenoides, especialmente de xantofilas. La zanahoria es tradicionalmente la verdura con mayor contenido de β - y α -caroteno y el jitomate tiene un alto contenido de licopeno y de otros carotenos como el β -caroteno.

Además estas frutas y verduras, se combinaron bien, tienen un precio accesible, se producen en México y se encuentran durante todo el año, excepto la mandarina, pero para solucionar este problema de temporada, se utilizó el jugo pasteurizado de la mandarina, el cual sí hay todo el año.

3.2 Acidez y pH

El pH y la acidez van relacionadas a mayor pH, menor acidez, lo cual es congruente en los resultados obtenidos.

Se puede observar (Cuadro 16) que las frutas analizadas tienen un pH alto, se esperaba este pH para la zanahoria y el jitomate, sin embargo el pH del jitomate y de la mandarina son mayores a los esperados, sobretodo el de la mandarina que, al ser un cítrico su pH debería estar por debajo de 4, este aumento de pH podría deberse a la pasteurización del jugo, que es a lo que se le midió el pH por ser la materia prima utilizada.

Cuadro 16 % Acidez expresado como ácido cítrico

| Alimento | % Acidez |
|-----------|----------|
| Papaya | 0.0113 |
| Mandarina | 0.049 |
| Jitomate | 0.0176 |
| Zanahoria | 0.0061 |
| P.F. 1 | 0.0581 |
| P.F. 2 | 0.1045 |
| P.F. 3 | 0.0811 |
| P.F. 4 | 0.1359 |

Cuadro 17. pH de las materias primas y pastas de frutas

| Alimento | pH |
|-----------|------|
| Papaya | 5.40 |
| Mandarina | 5.07 |
| Jitomate | 5.30 |
| Zanahoria | 6.44 |
| P.F.1 | 3.2 |
| P.F.2 | 3.1 |
| P.F.3 | 3.2 |
| P.F.4 | 2.7 |

El pH de la materia prima es en promedio es alto con respecto al pH final que debe tener la pasta de frutas, para poder disminuirlo y lograr la acidificación de la pasta de frutas se le agregó ácido cítrico, que, además de disminuir el pH, quita iones metálicos, protegiendo a los carotenoides de la autooxidación, inhibe enzimas y tiene un ligero efecto antimicrobiano.

La adición del ácido cítrico se hace al principio de la elaboración de la pasta, utilizando como vehículo el jugo de mandarina y posteriormente durante el calentamiento se verifica el pH, en caso de ser necesario se agregará más ácido cítrico hasta llegar al pH requerido (alrededor de 3.0)

Las pastas de frutas (Cuadro 17) tienen un pH adecuado ($3.5 < \text{pH} < 2.5$), el cual permite la correcta formación del gel. Si el pH fuera mayor no llevaría cabo la gelificación de la pectina, dando como resultado una pasta con poca consistencia. Si el pH fuera menor, existiría la posibilidad de hidrólisis de la pectina y una exagerada hidrólisis de la sacarosa, que tendría como consecuencia la sinéresis de la pasta de fruta y una deficiente consistencia del gel, dando una pasta de frutas de apariencia desagradable, además de un gusto muy ácido.

3.3 Vitamina C

Cuadro 18 Contenido de vitamina C (mg vit C en 100g de alimento)

| Alimento | Vitamina C | Vitamina C reportada en tablas |
|-----------|------------|--------------------------------|
| Papaya | 69.857 | 62.0 |
| Mandarina | 19.6934 | 72.0 |
| Jitomate | 18.2514 | 23.0 |
| Zanahoria | 0.7198 | 0.8 |
| P.F.1 | 33.7074 | - |
| P.F.2 | 25.3118 | - |
| P.F.3 | 34.057 | - |
| P.F.-4 | 27.8467 | - |

El contenido de vitamina C en las pastas de frutas es más alto con respecto al de las frutas y verduras (Cuadro 18) excepto por la papaya, sin embargo esto se explica fácilmente debido a que durante la elaboración de éstas se hace una evaporación en la cual se degrada la vitamina C, aun así, el contenido de vitamina C en las pastas de frutas es elevado.

El contenido experimental de vitamina C varía con respecto al reportado en las tablas. En el caso de la mandarina es menor debido a que en la pasteurización del jugo se presenta una degradación de la vitamina C, en el caso de la papaya, el jitomate y la zanahoria es similar por que no se hizo ningún tratamiento previo antes del análisis

Es importante mencionar que el contenido de vitamina C por cada 100g de pastas de frutas aporta aproximadamente el 50% de la recomendación diaria (ver sección 3.9), más que cualquier otra confitura hecha en base a hortalizas que haya en el mercado (Jaleas, mermeladas, ates, etc)

Unido al contenido de carotenoides de las pastas de frutas, se encuentra que las pastas de frutas tienen una cantidad considerable de vitamina C, que actúa sinérgicamente con los carotenoides evitando la oxidación de la membrana celular, evitando el deterioro de células.

3.4 Contenido de Carotenoides

Para seleccionar la fase que se utilizó en la cuantificación de carotenoides, se consideró como parámetro la resolución (cuadro 19) cuya función es cuantificar la separación entre dos picos, la fórmula es :

$$R = \frac{1}{2} \left(\frac{T_2 - T_1}{W_2 - W_1} \right) \geq 1$$

Donde :

T_1 es el tiempo de retención del primer pico

T_2 es el tiempo de retención del segundo pico

W_2 es el ancho del segundo pico

W_1 es el ancho del primer pico

Cuadro 19. Resolución de los picos en las diferentes fases

| | Fase 1 Acetonitrilo: Metanol | Fase 2 Acetonitrilo: Metanol/Diclorometano | Fase 3 Metanol: Acetonitrilo: Diclorometano: Hexano |
|-------------------|---------------------------------|--|---|
| Luteína | -1 | -1.6 | 1 |
| Zeaxantina | 3 | 1 | 4 |
| Criptoxantina | -1 | -0.75 | 1.25 |
| β -caroteno | -0.75 | 0.5 | 2.5 |
| Licopeno | 0 | 0 | 1 |

Para tener una buena resolución, el resultado de ésta debe ser mayor o igual a uno; como se puede observar en el cuadro 15, la única fase en la que todos los picos tienen una buena resolución es la fase 3, por lo que fue la fase seleccionada.

En los cromatogramas de las pastas de frutas (Figura 7 y 8) se pueden observar muchos picos, cuyos tiempos de retención son muy parecidos a los de los carotenoides presentes, esto se debe a que durante la elaboración de las pastas de frutas, éstas tienen un proceso de calentamiento suficiente para causar una isomerización en los carotenoides. Como resultado de ésta isomerización, se ve una disminución de los carotenoides analizados, ya que sólo se cuantificaron los carotenoides *trans* (estándares).

Con respecto a la concentración de los carotenoides en las pastas de frutas se esperaba una degradación de los carotenoides debido al calentamiento empleado para su elaboración; éste efecto no estuvo muy marcado debido a la protección de grupos funcionales como los carbohidratos

En el cromatograma de la zanahoria (Figura 9) se observa un pico muy cercano al pico del β -caroteno, debido a la similitud de estructura y por lo reportado en la bibliografía, se piensa que es α -caroteno

En el cromatograma del jugo de mandarina (Figura 10) también se pueden ver muchos picos, correspondientes a los isómeros de los carotenoides debido a la pasteunización, éstos carotenoides se degradaron al final, en la elaboración de la pasta de frutas, por lo que la concentración de carotenoides en las pastas de frutas fue menor que la esperada, sobre todo en las xantinas, que son los carotenoides que contiene en mayor cantidad la mandarina.

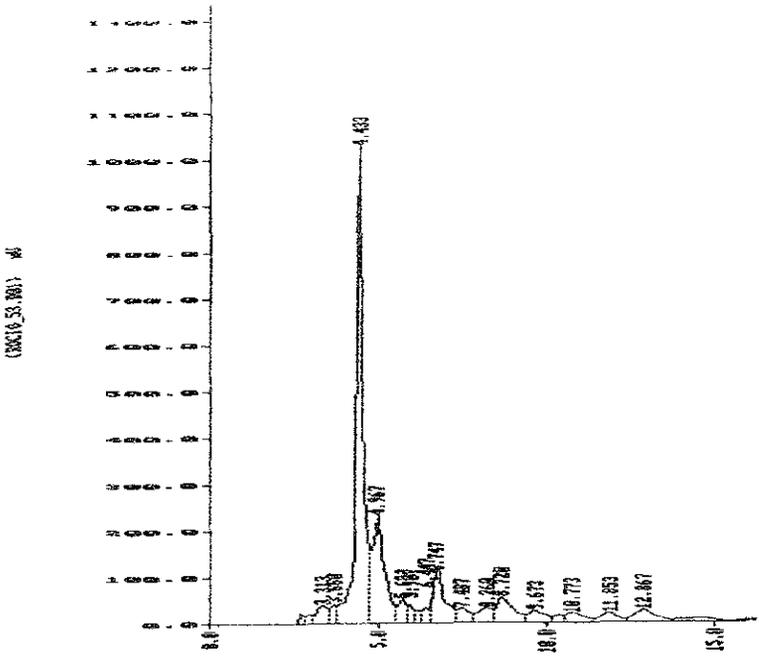


Figura 7. Cromatograma de la pasta de frutas 2

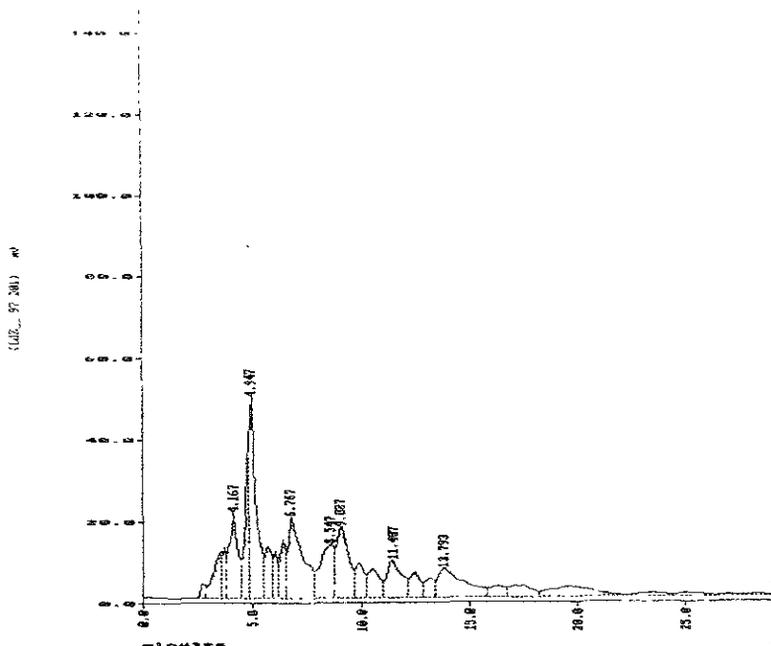


Figura 10 Cromatograma del jugo de mandarina

La pasta de frutas que contiene un mayor número de carotenoides fue la pasta de frutas 2, seguido de la 1 y con un igual número de carotenoides, las pastas 3 y 4 (Cuadro 20) El aporte principal de carotenoides en la pasta 2 es de las xantinas (Figura 11) procedentes de la mandarina y la papaya, los únicos ingredientes que aportan carotenoides a ésta pasta

En la figura 11 se observan las gráficas donde se encuentra el porcentaje que representa cada carotenoide dentro del total. Se puede observar que la pasta de frutas 1 es la que tiene un mayor contenido de β -caroteno, seguido de criptoxantina y el licopeno; ésto se explica por las hortalizas utilizadas, ya que la zanahoria es la hortaliza con mayor contenido de β -caroteno, seguido de la mandarina, que contiene en su mayoría criptoxantina, al igual que la papaya, que es la que aporta el licopeno

Cuadro 20. Contenido de carotenoides (mg carotenoide en 100g de alimento)

| Alimento. | Luteína | Zeaxantina | Criptoxantina | β- caroteno | Licopeno | Carot. Totales |
|-----------|---------|------------|---------------|-------------|----------|----------------|
| Papaya | 0.03 | 0.089 | 0.228 | 0.5068 | 0.1761 | 1.0299 |
| Mandarina | 0.1317 | 0.2746 | 0.5858 | 0.3372 | -- | 1.3293 |
| Jitomate | -- | -- | -- | 5.2052 | 6.0453 | 11.2505 |
| Zanahoria | 0.5479 | -- | -- | 24.8513 | -- | 25.3992 |
| P:F 1 | 0.3051 | 0.3035 | 1.7539 | 3.2876 | 1.6016 | 7.2517 |
| P.F. 2 | 1.2969 | 0.7677 | 3.0732 | 0.6392 | 1.6296 | 9.2464 |
| P.F. 3 | 0.1368 | 0.1866 | 2.4447 | 0.8271 | 1.953 | 5.5482 |
| P.F. 4 | 0.3696 | 0.169 | 1.9498 | 0.8294 | 2.1984 | 5.5162 |

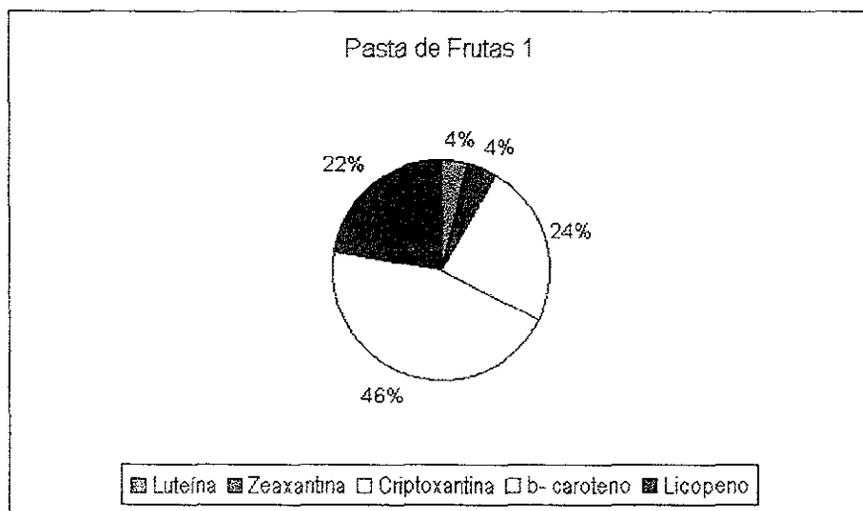
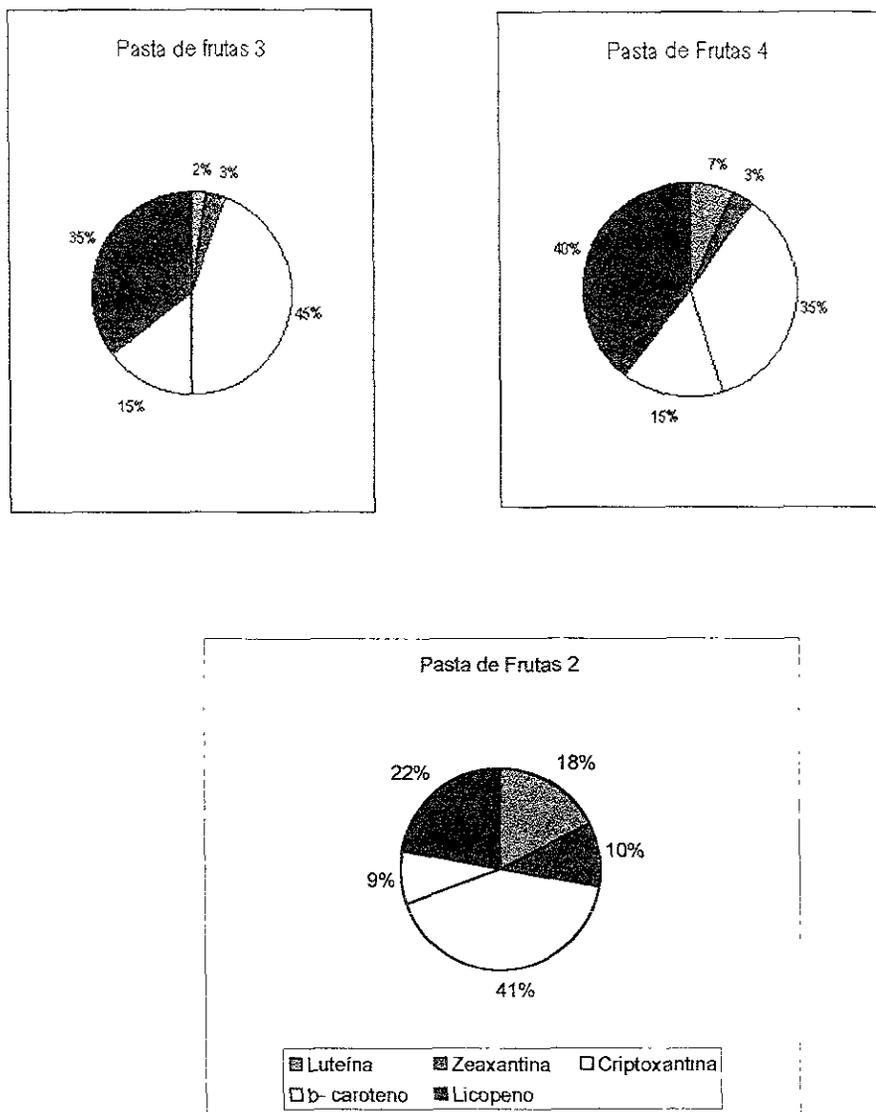


Figura 11 Distribución de carotenoides en las Pastas de frutas

Figura 11 Distribución de carotenoides en las pastas de frutas



Las pastas de frutas 3 y 4 tienen un contenido muy similar de carotenoides debido a que su formulación es muy parecida y son las que tienen un mayor porcentaje de licopeno, debido a que son las pastas de frutas que se hicieron en base a jitomate, la hortaliza con mayor contenido de licopeno. Este punto es importante por que se ha demostrado que el licopeno es el carotenoide con la mayor actividad antioxidante, sin actividad de provitamina A, lo que implica que es el que mejor actúa como antioxidante en las células (Edge *et al*, 1997). Igualmente tienen una gran cantidad de xantinas por el porcentaje de jugo de mandarina

Observando el contenido de luteína y zeaxantina de las pastas de frutas, se puede notar que el contenido de éstas es bajo, sobre todo si se observa que, tanto en la mandarina, la papaya y la zanahoria su contenido no es muy pequeño, esto nos lleva a pensar que estas xantinas son la que sufrieron mayor degradación y/o isomerización durante la elaboración de las pastas de frutas. Donde se ve un mayor porcentaje de éstas xantinas es en la pasta 2 por que ésta está hecha en base a mandarina y papaya únicamente.

3.5 Humedad

Cuadro 21. Porcentaje de humedad

| Alimento | % Humedad |
|-----------|-----------|
| Papaya | 89.47 |
| Mandarina | 87.84 |
| Jitomate | 92.49 |
| Zanahoria | 85.55 |
| P.F. 1 | 43.64 |
| P.F. 2 | 42.99 |
| P.F. 3 | 37.65 |
| P.F. 4 | 40.09 |

Al ser un producto evaporado, la humedad de la pasta de frutas es baja, esto es una ventaja para el producto, ya que, sumando con la alta concentración de azúcares y el pH bajo, no permite el

crecimiento de microorganismos, pudiendo omitir el uso de un conservador, que hace el producto aun más natural

3.6 Sólidos Totales

Cuadro 22. Sólidos totales (°Bx)

| Pasta de Frutas | °Bx |
|-----------------|-----|
| 1 | 72 |
| 2 | 74 |
| 3 | 75 |
| 4 | 76 |

Uno de los parámetros más importantes para ver el punto final en la producción de la pasta de frutas son los sólidos totales, expresados en grados Brix, que tienen que estar alrededor de 70, como podemos observar los grados Brix de las pastas de frutas son mayores en todos los casos (Cuadro 22). Esto se debe a que el calentamiento se detiene a los 70 °Bx, pero aun queda un proceso de enfriado y secado, donde todavía aumentan un poco los grados Brix, por que mientras se enfría, todavía se evapora un poco de agua.

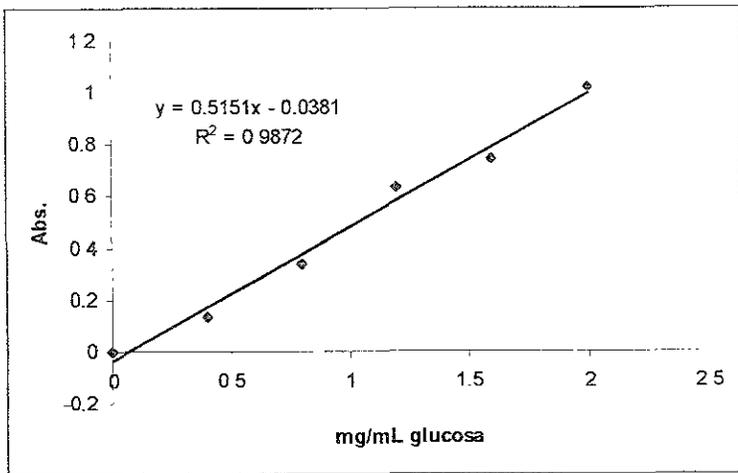
Los grados Brix de la pulpa de fruta con la que se inicia la elaboración de la pasta de frutas es, en promedio, de 45 °Bx, y una vez que se unen ambas mezclas, los grados Brix iniciales son de aproximadamente 60

3.7 Azúcares Reductores

Cuadro 23. Porcentaje de azúcares en las pastas de frutas

| Pasta de Frutas | % sacarosa | % de inversión de la sacarosa |
|-----------------|------------|-------------------------------|
| 1 | 54% | 45% |
| 2 | 60% | 53% |
| 3 | 55% | 49% |
| 4 | 54% | 56% |

Figura 12. Curva Patrón para la cuantificación de azúcares reductores



En la figura 12 se puede observar la curva patrón para la cuantificación de los azúcares reductores, para cuantificar los azúcares reductores, se lee directamente en el espectrofotómetro y se interpola en la gráfica de ahí se hacen los cálculos como están marcados en la sección 2.6.

Por medio de la técnica de DNS, la sacarosa no se puede medir directamente por que no es un azúcar reductor, sin embargo sí se puede medir indirectamente ya que por medio de una hidrólisis ácida se obtiene glucosa y fructosa, los disacáridos que componen la sacarosa y que sí son reductores, el contenido de sacarosa es la diferencia de los azucares reductores después de la

hidrólisis con los azúcares reductores sin hidrólisis, tomando en cuenta la estequiometría de la reacción (por cada sacarosa se obtiene una glucosa y una fructosa)

Considerando que se agregó únicamente sacarosa esta técnica también nos da información acerca del porcentaje de hidrólisis que hubo durante el proceso (reductores directos). Esta hidrólisis no debe ser mayor al 60%, ya que la pasta de frutas pierde consistencia (debido a la hidrólisis de la pectina) y/o la glucosa puede cristalizar, ni menor al 40% por que la sacarosa se puede cristalizar. En el caso de las pastas de frutas elaboradas, se puede observar (Cuadro 23) que el porcentaje de hidrólisis

está dentro del rango esperado, lo que se puede corroborar sensorialmente, ya que todas las pastas de frutas tienen la consistencia deseada y no presentaron cristalización

Los porcentajes de sacarosa obtenidos son cercanos a los esperados, ya que para que la pectina forme el gel se requiere un porcentaje de sacarosa entre 50% y 60% (Cuadro 23), éste porcentaje de sacarosa también nos asegura que no habrá un crecimiento de microorganismos en la pasta de frutas, pudiendo evitar la adición de conservadores.

3.8 Evaluación Sensorial.

En la evaluación sensorial se compararon las diferentes pastas de frutas que se elaboraron, primero se compararon la pasta tres y cuatro, por que son las que tienen la formulación más similar, en ésta evaluación se encontró que no hay diferencia significativa entre una pasta de frutas y otra, por lo que se comparó con la siguiente más parecida: la pasta de frutas dos; nuevamente se obtuvo que no hay diferencia significativa entre una pasta y otra, por lo que se comparó la pasta con mayor número de licopeno (pasta cuatro), con la pasta que contiene zanahoria (la de formulación más diferente) y se obtuvo que los consumidores prefieren la pasta de frutas uno (que contiene zanahoria).

En la primera parte de la evaluación se pidieron a los jueces (80) que decidieran que pasta de frutas preferían, dando como resultado que prefirieron la pasta de frutas 1 y que entre las demás pastas de frutas no hubo diferencia significativa (Figura 13), prefiriendo por igual las 3 restantes pastas de frutas. Para esta prueba se utilizaron las tablas del Anexo, donde se ve que para 80 jueces se

requiere un mínimo de 50 jueces que prefieran una muestra. En el cuadro 24 se puede ver los resultados

Figura 13

PF 1 PF 2 P.F 3 PF 4

Cuadro 24

| | Jueces que aceptaron la primera | Jueces que aceptaron la segunda |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| P.F. 1 Comparada con P.F 2 | 49 | 31 |
| P.F. 2 Comparada con P.F 3 | 46 | 34 |
| P.F. 3 Comparada con P.F.4 | 48 | 32 |

En la segunda parte de la evaluación sensorial se pidió a los jueces que calificaran la apariencia general de las pastas de frutas, con una escala hedónica de 7 puntos (ver anexo) Para el tratamiento de datos de ésta parte se utilizó la *t de student*, los resultados de esta parte (cuadro 25) es consistente con respecto a la primera parte, ya que la pasta de frutas que más agradó fue la pasta de frutas 1, la única que obtuvo diferencia significativa con las demás pastas de frutas.

Cuadro 25

| Pasta de Frutas | t calculada | t teórica | g.l. | Ho |
|-----------------|-------------|-----------|------|-----------|
| 1 vs 2 | 1 | 0.9602 | 79 | Aceptada |
| 2 vs 3 | 0.296 | 0.9602 | 79 | Rechazada |
| 3 vs 4 | 0.776 | 0.9602 | 79 | Rechazada |

$H_0. X_1 = X_2$

Dentro del cuestionario se pidió que los jueces escribieran sus comentarios, los más repetidos fueron

- Que se le agregara chile piquín a la pasta de frutas
- A la mayoría les gustó el sabor ácido de las pastas de frutas, sin embargo hubo quien se quejó de éste sabor
- Dijeron que no tenía aroma y pedían que se le pusiera más aroma para poder identificar cual es el sabor de la pasta de frutas
- Algunos consumidores comentaron que les gustaría comerse la pasta de frutas 1 untada en pan o galletas
- Otros comentaron que la pasta de frutas 2, 3, 4 su sabor es muy parecido al del tamarindo y sugirieron que se consumiera como dulce en bolitas

3.9 Etiquetado y empaque.

La pasta de frutas debe estar resguardada de la luz, agua y oxígeno para evitar la descomposición del producto, por crecimiento de microorganismos, o por autooxidación de los carotenoides, para lograr esto se pensó como empaque secundario una caja de cartón y como empaque primario, se pueden envolver en papel celofán para su presentación individual También puede presentarse como bloque en un molde de plástico opaco

La etiqueta deberá contener la siguiente información para las pastas de frutas:

Pasta de Frutas.

"Lucesita"

Producto 100% Natural

Contenido Neto 100g

Ingredientes: Azúcar, papaya, mandarina, jitomate, pectina, ácido cítrico (Para la pasta de frutas 3 y 4).

Ingredientes. Azúcar, papaya, mandarina, zanahoria, pectina, ácido cítrico (Para la pasta de frutas 1)

Ingredientes Azúcar, papaya, mandarina, pectina, ácido cítrico (Para la pasta de frutas 2)

Hecho en México

Lote 0001

Fecha de Caducidad

Refrigerese después de abierto.

La leyenda: "Come frutas y verduras "

Declaración Nutricional: en los cuadros 22, 23, 24 y 25 se reporta la información nutricional de cada pasta de frutas.

Cuadro 26. Tabla Nutricional de la pasta de frutas 1

| INFORMACIÓN NUTRIMENTAL | |
|-------------------------|---------------------|
| Por 100 g | |
| Contenido Energético | 150 Kcal (638.8 kJ) |
| Proteínas | 0.04 g |
| Grasas (lípidos) | 0.0150 g |
| Carbohidratos | 37.43 g |
| Sodio | 0 g |
| Fibra | 1.2g |

| | |
|------------|-------|
| Nutrientes | % IDR |
| Vitamina C | 56.2 |
| Vitamina A | 70% |

Cuadro 27. Tabla Nutricional de la pasta de frutas 2

| INFORMACIÓN NUTRIMENTAL | |
|-------------------------|--------------------|
| Por 100 g | |
| Contenido Energético | 165 Kcal (705.7kJ) |
| Proteínas | 0.04 g |
| Grasas (lípidos) | 0.0110 g |
| Carbohidratos | 41.5 g |
| Sodio | 0 g |
| Fibra | 2.05g |
| | |
| Nutrientes | % IDR |
| Vitamina C | 42.2 |
| Vitamina A | 36.3 |

Cuadro 28. Tabla Nutricional de la pasta de frutas 3

| INFORMACIÓN NUTRIMENTAL | |
|-------------------------|----------------------|
| Por 100g | |
| Contenido Energético | 149.8 Kcal (636.6kJ) |
| Proteínas | 0.04 g |
| Grasas (lípidos) | 0.012 g |
| Carbohidratos | 37.4 g |
| Sodio | 0 g |
| Fibra | 2.05 |
| | |
| Nutriente | % IDR |
| Vitamina C | 57 |
| Vitamina A | 34.2 |

Cuadro 29 Tabla Nutricional de la pasta de frutas 4

| INFORMACIÓN NUTRIMENTAL | |
|-------------------------|-----------------------|
| Por 100g | |
| Contenido Energético | 150.2 Kcal (638.5 kJ) |
| Proteínas | 0.18 g |
| Grasas (lípidos) | 0.011 g |
| Carbohidratos | 37.3 g |
| Sodio | 0 g |
| Fibra | 2.05 |
| | |
| Nutrientes | % IDR |
| Vitamina C | 46.5 |
| Vitamina A | 30 |

El porcentaje de IDR en todos los casos debería ser mayor, ya que no se cuantificó Vitamina A, sino carotenoides y no se pudo cuantificar todos los carotenoides que tienen actividad de provitamina A como el α y γ -caroteno

En la tabla Nutricional para el etiquetado del porcentaje IDR sólo se reportan los porcentajes de IDR que sean mayores al 5% y los únicos nutrientes en las pastas de frutas que cumplen con éste requerimiento son la vitamina C y la vitamina A

3.10 Costos.

En el cuadro 30 se presenta el aproximado de los costos de la pasta de frutas, tomando únicamente el costo de las materias primas, por ser éste un estudio preliminar

Cuadro 30 Costos de las pastas de frutas.

| Pasta de frutas | Costo (\$/100 g) |
|-----------------|------------------|
| 1 | 0 7801 |
| 2 | 0 650 |
| 3 | 0 698 |
| 4 | 0 933 |

Estos costos se obtuvieron a partir del precio promedio de las materias primas, obtenidas de diferentes supermercados y tiendas de abastecimiento.

CONCLUSIONES.

Durante este trabajo se desarrolló la formulación de una pasta de frutas con alto contenido de carotenoides y se realizaron una serie de análisis fisicoquímicos y sensoriales

Las frutas y verduras seleccionadas fueron: jugo de mandarina, papaya, jitomate y zanahoria, éstas tuvieron una buena capacidad de combinación, resultaron ser económicas, con alta producción en México y se encuentran durante todo el año

La cuantificación de carotenoides en las pastas de frutas se hizo en HPLC y se probaron tres diferentes fases por medio del parámetro de resolución. Se definió que la fase con acetonitrilo diclorometano:metanol:hexano (50:25:20:5) fue la que obtuvo una mejor separación de los picos y, por lo tanto la utilizada en el análisis.

La pasta de frutas 2 fue la pasta con el mayor contenido de carotenoides, seguida de la pasta de frutas 1 y con una cantidad de carotenoides casi igual las pastas de frutas 3 y 4. Con respecto a la distribución de los cinco carotenoides analizados, las pastas de frutas 3 y 4 fueron las que tuvieron mayor contenido de licopeno debido a que fueron las pastas de frutas que tuvieron en su formulación jitomate, la pasta de frutas 1 es la que tiene mayor contenido de β - caroteno, como se esperaba, ya que fue la pasta de frutas que contenía zanahoria y la pasta de frutas 2 la que tiene mayor contenido de xantinas, principalmente criptoxantina porque las frutas que contienen son la mandarina y la papaya.

El pH de las pastas de frutas fue en promedio 3, este pH está dentro del rango deseado, que permite una buena gelificación. Para la pectina utilizada, el pH debe estar entre 2.5 y 3.5. si es más alto la pectina no gelifica porque no se favorecen las interacciones entre éstas. Si el pH es menor, la pectina se hidroliza y se presenta sinéresis, además de obtener una mayor hidrólisis del azúcar que tiene como consecuencia un gel débil y la cristalización de la glucosa

Con respecto al porcentaje de azúcar, se obtuvo el porcentaje deseado (50%-60%) con una buena hidrólisis(40%-50%), que permite la gelificación de la pectina sin la cristalización de la sacarosa ni de la glucosa, obtenida a partir de la hidrólisis. Cuando el porcentaje de sacarosa está entre 50% y 60%. también se asegura que el Aw sea bajo evitando que se desarrollen microorganismos.

Durante la evaluación sensorial se encontró que la pasta de frutas que más gustó fue la pasta de frutas 1. La pasta de frutas 1 (elaborada con zanahoria) tiene una consistencia y sabor diferente a la de las demás pastas de frutas por lo que se pueden considerar dos productos completamente diferentes, como lo hace constar la evaluación sensorial. Sin embargo las demás pastas de frutas son muy similares entre sí y sensorialmente no existe diferencia significativa.

Se obtuvo un contenido de vitamina C con un porcentaje de IDR promedio del 50%, este porcentaje fue mayor al esperado debido a la degradación de la vitamina C y a que no se hace ninguna adición de esta vitamina durante el proceso. La vitamina C también es antioxidante y actúa sinérgicamente con los carotenoides.

Las pastas de frutas se pueden consumir como un postre o golosina, pero a diferencia de las golosinas comunes, las pastas de frutas aportarán a la dieta de quien las consuma vitamina C, vitamina A y carotenoides que funcionan como antioxidantes, aportando nutrimentos importantes en la dieta, además de tener una buena aceptación, como lo indican los análisis sensoriales.

La fabricación de productos con una alta concentración de azúcar es una de las industrias más importante de nuestro país. Estos productos no sólo representan una técnica de conservación sino también una respuesta al comercio moderno para la utilización de recursos agrícolas.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS.

- Determinar la vida de anaquel de cada pasta de frutas. De ésta forma se podrá evaluar la fecha de caducidad, la degradación de carotenoides y cristalización de azúcares
- Una evaluación sensorial más profunda, donde se puedan evaluar las características sensoriales del producto y una prueba de preferencia con un mayor número de jueces
- Un estudio de mercado
- Escalar la producción de la pasta de frutas.
- Cuantificar el α - caroteno y los isómeros de los carotenoides, así como cuantificar la actividad antioxidante de los isómeros *in vivo*

Con el fin de darse cuenta de los beneficios en la salud pública, los consumidores deben tener un entendimiento claro y un fuerte nivel de confianza en los criterios científicos que se establecen. Ellos deben buscar consumir una gran variedad de alimentos, incluyendo los mencionados en este trabajo. El mejor consejo es incluir alimentos de todos los grupos, que incorporarían muchos componentes, potencialmente benéficos

BIBLIOGRAFÍA.

- Anzaldúa-Morales A (1994) *La evaluación Sensorial de los Alimentos en la teoría y en la práctica*. Editorial Acrbia, S.A España. pp 68-73, 84-87
- AOAC (1990) *Official Methods of analysis of AOAC Int.* 16th edition Volume 12
- Badui, DS (1990) *Química de los Alimentos*. Editorial Alhambra Mexicana 2° edición
- Bender A (1994) *Diccionario de nutrición y tecnología de los alimentos* Ed. Acribia,S.A
- Blosch A., Thompson CA,(1999) *Posición de la Asociación Dietética Norteamericana Fitoquímicos y alimentos Funcionales*. www.ciaa.org.mx
- Blumberg, J (1994) *Nutrient control of immune function*, en *Functional Foods, Designer foods, Pharmafoods, Nutraceuticals*, editor ! Goldberg. Chapman and Hall, London, pp 87-108
- Branen AL, Davidson PM, Salminen S (1990) *Food Additives* Marcel Dekken Inc., pp 96, 493-495, 477-479, 297.
- Calvo CMC (1999). *Recopilación de técnicas para el análisis de frutas y verduras*. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Subirán, Subdirección de Nutrición. PI
- Claude -Chefftel.(1989) *Introducción a la bioquímica de los Alimentos*. Vol II. Edit. Acribia. España. pp 135-213, 309-323.
- Coronado M, Vega S. (1993) *Conservación de alimentos, un texto de métodos y técnicas* Universidad Autónoma Metropolitana. pp 21-42.
- Cuppet S, Schnepf, M Hall III (1997) *Natural Antioxidants- are they reality?*, en *Natural Antioxidants, Chemistry; Health effects, and applications*, editor Shahidi F AOCS press Champaign, Illinois pp 12-25.
- Davies F, Labriego. G. (1999). *Cítricos* Ed Acrbia pp.1-5, 31-39, 59-63, 233-240
- Edge R., McGarvey DJ, Truscott TG (1997), *The carotenoids as anti-oxidants- a review*. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 41: 189-200
- *Elaboración de Frutas y Hortalizas* (1991) *Manuales para educación agropecuaria* Editorial Trillas pp 8-26, 35-37

- Fennema, OR.(1993) *Química de los Alimentos* Editorial Acribia, España .pp 550-557, 643-647
- Gey KF, Moser UK, Jordan P, Stahelin HB Eichelzer M & Ludin E (1993) *Increased risk of cardiovascular disease at suboptimal plasma concentrations of essential antioxidants: An epidemiological update with special attention to carotene and Vitamin C* Am J, Clin Nutr (57)787S-797S
- Granado F. ,Olmedilla B., Blanco I., Rojas-Hidalgo E (1992) *Carotenoid composition un Raw and cooked spanish vegetables*. J Agric Food Chem , 40.2135-2140
- Hui, Y (1992) *Enciclopedia of food science and technology*. John Wiley & Sons, Inc E.U. pp 4:2732-2739.
- Ibor, L. (1979) *Aguacate, Chirimoya, Mango, Papaya* Ed Aedos Barcelona, pp. 159-171 .
- Khachik F, Goli MB, Beecher GR, Holden J, Lusby WR, Tenorio MD, and Barrera MR (1992) *Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution on mayor carotenoid constituents of tomatoes and several green vegetables*. J. Agric. Food Chem. 40:390-398.
- Kirk RS, Sawyer R. (1991) *Pearson's Composition and Analysis of foods* .Longman Scientific & Technical. England pp 645-648, 52-59.
- *Manual de Metodologías Generales*.(1997) Laboratorio de Análisis de Alimentos, Facultad de Química,UNAM. pp 8-10.
- Luna MMC, Rivas MV (1980). *Caracterización y comparación de dos tipos locales mexicanos de Papaya (cera y mamey) con dos variedades cubanas (maradol roja y maradol amarilla)*. Tesis de Licenciatura, Fac. Química, UNAM.
- Multon JL (1990) *Aditivos y auxiliares de la fabricación en las industrias agroalimentarias* Editorial Acribia,. pp 283-286,304
- Muñoz M, Chávez V A, Roldán JA, Ledesma, SJA., Mendoza, ME., Pérez-Gil, RF (1999) *Tablas de Valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México*. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. Editorial Paz, México
- Nagy, S. Chin Shu Chen, Shaw P.E (1992) *Fruit Juice Processing Technology*. Agscience Inc pp 147-149, 192-195, 352-371
- Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI-1994, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados

- Oliver, J & Palou, A (2000) *Chromatographic determination of carotenoids in foods* J.Cromatogr. A 881.543-555
- Pedrero FD y Pangborn RM (1996) *Evaluación sensorial de los alimentos* Ed Alhambra Mexicana México pp 111, 113-116, 127-131.
- Props., Simon (2001) *Una Comparación entre los mercados de "alimentos funcionales" en la Unión Europea. Estados Unidos y Japón* www.irc.es
- Rice Evans CA & Miller N.J. (1996) *Antioxidant activities of flavonoides as bioactives components of food* Biochemical Society Transactions 24(5) 790-793
- Rodríguez TJA (2000) *Manual de Ingeniería y diseño de Envase y Embalaje Para la industria de alimentos, químico, farmacéutica y cosméticos*. Editado por packaging Ingeniería en envase y embalaje. México pp 1:1- 17
- Rodríguez-Anaya DB (1999). *A guide to Carotenoid Análisis in food*. lisi Press and OMNI Research. pp 1-5, 34-50.
- Ruiz J. y Ruiz MLF (2000) *Efecto de la irradiación gamma de cobalto 60 en el deterioro químico de la pulpa de aguacate congelada*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM.
- Sanders TAB (1996) *Bioactive components of food*. Biochemical Society Transactions 24(5) 771-775.
- Shahidi F. (1997) *Natural Antioxidants an overview* en Natural Antioxidants, Chemistry; Health effects, and applications, editor Shahidi F. AOCS press Champaign, Illinois. pp 1-12
- Sheehy PJA y Morrissey PA (1998) *Nutritional Aspects of food processing and ingredients*, Chapter 3 Functional Foods: Prospects and perspectives Gaithersburg, Aspen Publishers pp 45-65
- Sommerburg, O, et al. (1997) *Simultaneous detection of carotenoids and vitamin E in human plasma*. J Chromatogr. B 695 209-215
- Stone H., Sidel JL, (1985), *Sensory Evaluation Practices*. Academic Press Inc. London pp 8-9.
- Suárez MG (1986) *Posibles alternativas para el aprovechamiento integral de la mandarina* Tesis de licenciatura, Facultad de Química, UNAM
- Valadez A. (1994) *Producción de Hortalizas* Ed Limusa México pp 109-119,197-211

Nombre: _____

Fecha: _____

¡Hola!

A continuación se presentan dos muestras de pasta de frutas, por favor pruébalas de izquierda a derecha y encierra en un círculo la clave de la muestra que más te agrade.

Muestra

926

198

Ahora califica la apariencia general de cada muestra, utilizando la siguiente escala:

- (1) Me disgusta muchísimo
- (2) Me disgusta mucho
- (3) Me disgusta poco
- (4) Ni me gusta ni me disgusta
- (5) Me gusta poco
- (6) Me gusta mucho
- (7) Me gusta muchísimo

| | | |
|--------------------|-------|-------|
| | 926 | 198 |
| Apariencia General | _____ | _____ |

Comentarios: _____

Gracias por tu colaboración.

Cuantificación de la Vitamina C por la técnica modificada por Ranganna.

Se empleará la técnica volumétrica del 2,6-dicloro-indofenol con una posterior extracción de xileno. Esta técnica es adecuada para alimentos de origen vegetal fresco que pueden llegar a tener sustancias interferentes. Con ésta se mide el ácido ascórbico.

Metodología.

Extracción de la vitamina C

Macerar 100 g de la muestra con 100 g de ácido metafosfórico al 3%. Pesar una porción del macerado de tal manera que contenga de 10 a 15 mg de vitamina C, transferirlo a un matraz volumétrico de 100 mL, aforar a la marca con ácido metafosfórico al 3% y filtrar.

Técnica básica

Tomar 2 mL del filtrado, añadir 2 mL de buffer de acetatos pH= 4, 3 mL de 2,6-diclorofenol indofenol y 15 mL de xileno a través de una rápida sucesión. Tapar y agitar de 10 a 15 segundos. Eliminar la fase acuosa, añadir Na_2SO_4 anhidro al xileno y medir el color a 520 nm utilizando xileno como blanco.

Para hacer la curva estándar utilizar una solución estándar de ácido ascórbico 0.1 mg/mL y añadir 0.0, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5 y 2 mL, completar a 2 mL y seguir la técnica básica.

Table G.5 b Minimum Numbers of Agreeing Judgments Necessary to Establish Significance at Various Probability Levels for the Paired-Preference Tests and Difference (two tailed, $p = 1/2$)

| No of trials (n) | Probability levels | | | | | | |
|------------------|--------------------|------|------|------|------|-------|-------|
| | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.005 | 0.001 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | | | |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | |
| 9 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | |
| 10 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | |
| 11 | 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 |
| 12 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 |
| 13 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 13 |
| 14 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 |
| 15 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 |
| 16 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 15 |
| 17 | 13 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 |
| 18 | 14 | 14 | 15 | 15 | 15 | 16 | 17 |
| 19 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 |
| 20 | 15 | 16 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 |
| 21 | 16 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 19 |
| 22 | 17 | 17 | 17 | 17 | 18 | 18 | 19 |
| 23 | 17 | 17 | 18 | 18 | 19 | 19 | 20 |
| 24 | 18 | 18 | 18 | 19 | 19 | 20 | 21 |
| 25 | 18 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 21 |
| 26 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 21 | 22 |
| 27 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 28 | 20 | 20 | 21 | 21 | 22 | 22 | 23 |
| 29 | 21 | 21 | 21 | 22 | 22 | 23 | 24 |
| 30 | 21 | 22 | 22 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 31 | 22 | 22 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 |
| 32 | 23 | 23 | 23 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 33 | 23 | 23 | 24 | 24 | 25 | 25 | 27 |
| 34 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 26 | 27 |
| 35 | 24 | 25 | 25 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 36 | 25 | 25 | 25 | 26 | 27 | 27 | 29 |
| 37 | 25 | 26 | 26 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 38 | 26 | 26 | 27 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 39 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 | 29 | 31 |
| 40 | 27 | 27 | 28 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 41 | 28 | 28 | 28 | 29 | 30 | 30 | 32 |
| 42 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 43 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 32 | 33 |
| 44 | 29 | 30 | 30 | 30 | 31 | 32 | 34 |
| 45 | 30 | 30 | 31 | 31 | 32 | 33 | 34 |
| 46 | 31 | 31 | 31 | 32 | 33 | 33 | 35 |
| 47 | 31 | 31 | 32 | 32 | 33 | 34 | 36 |
| 48 | 32 | 32 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 49 | 32 | 33 | 33 | 34 | 34 | 35 | 37 |
| 50 | 33 | 33 | 34 | 34 | 35 | 36 | 37 |
| 60 | 39 | 39 | 39 | 40 | 41 | 42 | 44 |
| 70 | 44 | 45 | 45 | 45 | 47 | 48 | 50 |
| 80 | 50 | 50 | 51 | 51 | 52 | 53 | 56 |
| 90 | 55 | 56 | 56 | 57 | 58 | 59 | 61 |
| 100 | 61 | 61 | 62 | 62 | 64 | 65 | 67 |