

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



**EVALUACIÓN DEL EFECTO TÉRMICO SOBRE LOS ATRIBUTOS DE
CALIDAD DEL PURÉ DE MANZANA**

POR:

EDGAR DANIEL ESCALANTE PEREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2009.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

POR:
EDGAR DANIEL ESCALANTE PEREZ

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador Como
Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADO

M. C. Xochitl Ruelas Chacón
Presidente

M. C. Raúl César González Rivera
Vocal

M. C. Mildred Inna Marcela
Flores Verástegui
Vocal

Q.F.B. María del Carmen Julia
García
Vocal

Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2009.

COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL

DEDICATORIA

A **Dios** mi amigo más fiel, que nunca me abandona aún cuando el sendero es muy angosto. Por permitirme llegar hasta este instante de mi vida y entender que todo esfuerzo culmina en un acto de felicidad.

A mis padres **Sr. Librado Escalante Roblero y Sra. Hilda Pérez Pérez**. Con todo el amor y respeto que les tengo y les seguiré teniendo, ya que estoy sumamente agradecido por todos sus esfuerzos que han hecho por toda la familia y el gran ejemplo que son para mí, por ser tan trabajadores, responsables, pero sobre todo por ser tan comprensivos y nobles, por haberme criado de la mejor forma para así poder ser hombre de bien, gracias por ser mis padres.

A mis abuelos **Sr. Eladio Pérez y Sra. Rocelia Pérez**. A ustedes queridos abuelos por brindarme sus sabios consejos, cariño incondicional, por el apoyo moral y económico que me han brindado. Pero sobre todo por preocuparse y estar pendientes de mí.

A mis hermanos: **Yeymi Rocio, Wiliam Alexander y Christian Rafael**. Porque han estado conmigo en cada momento de mi vida brindándome cariño, confianza, comprensión y amor. Ya que son una de mis inspiraciones más importantes para salir adelante, por todo esto les dedico este trabajo.

A mis sobrinos, **Keyla Citlali, Yahir Eduardo y Vania**; porque al brindarme su sonrisa me llenan de vida y me dan fuerza para continuar, los quiero mucho mis niños. Ustedes son mi fuente de inspiración y superación día a día.

A mis cuñados **Maritza García y Yahir Talavera**, ya que se han convertido en parte muy importante de mi familia, por la convivencia que me han brindado y por estar en momentos especiales de mi vida, así como ustedes me han permitido estar en la suya. Les dedico este trabajo más que todo, por tolerarme.

A todos mis amigos pasados y presentes; pasados por ayudarme a crecer y madurar como persona y presentes por estar siempre conmigo apoyándome en todo las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría:

Sandra Díaz, Arcelia, Kenia, Alan Rodríguez, Vilni, Jaime, Berenice, Manuel Mateo, Yael, Nancy, Magali, Zulma, Greysi, Cristina, Olivar, David, Melvi, Dani Judith, Arizandi, Obed, Edgar, Noé, Fernando, Julio, Vicente, Irving, Cheli, Alejandro, Humberto, Elena, Roberto Monterrosa, Nicolás Muller, gracias por su amistad que me han brindado y por estar conmigo en momentos difíciles y felices de mi vida.

A mis tíos y primos: A ustedes por las pláticas y apoyo que me han brindado de una u otra forma, por sus consejos, por el cariño que me tienen y por sus oraciones que me sirvieron de mucho. En especial a mis tíos y cómplices: **Aparicio Escalante y Zenaida Cruz.**

A **Sergio Arturo Calderón López**, que siempre serás un amigo y nunca menos que eso. Aunque el tiempo no fue suficiente, pero compartimos momentos muy bonitos y que jamás de mi memoria saldrán. Porque que eres muy especial, te quiero y te deseo lo mejor en la vida.

A todas las personas quienes buscan usar la ciencia con el único objetivo de ayudar a los demás.

Y a todos aquellos, que han quedado en los recintos más escondidos de mi memoria, pero que fueron partícipes en cincelar a este Edgar Daniel Escalante Pérez, **GRACIAS.**

AGRADECIMIENTO

A Dios. Te doy gracias Dios mío por haberme dado la vida junto a una familia maravillosa, por conservar a todos mis seres queridos y a mí con buena salud, por permitirme terminar un ciclo mas de mi vida y por darme fuerza para salir adelante.

A mis queridos padres: por estar conmigo en cada etapa de mi vida, por el apoyo moral, espiritual y económico que me brindaron, sobre todo cuando me ausente de casa, además por todos los sacrificios y esfuerzos que hacen para que pueda estar bien, por esto y mucho más gracias.

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” mi Alma Terra Mater:** por abrirme las puertas, cobijarme en su seno y por permitir prepararme como ser humano y profesionista, brindándome las bases para salir y enfrentarme al mundo, resolviendo los problemas que se me presenten en mi vida cotidiana y laboral por todo esto mi más sincero agradecimiento. **Al Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Profesores y Personas que laboran en el mismo,** del cual me siento muy orgulloso ser egresado.

A la **M. C. Xochitl Ruelas Chacón.** Por el apoyo, tiempo y esfuerzo que dedicó en la realización y culminación de esta tesis. Además por su amistad y confianza, por compartir sus conocimientos, experiencias y por sus buenos consejos gracias.

Al **M. C. Raúl Cesar González Rivera.** Por contribuir a la realización de este trabajo de investigación, por ser parte de los maestros en mi formación profesional; por su paciencia, confianza, consejos, enseñanzas que me ha brindado desde que lo conocí.

A la **M. C. Mildred Inna M. Flores Verástegui**. Gracias por su apoyo en la realización de esta investigación, por su paciencia y conocimientos compartidos.

A la **Q. F. B. Carmen Julia Pérez García**. Gracias por formar parte de los catedráticos que me dejaron una enseñanza fuera del aula. Mis más sinceros agradecimientos ya que, me mostró que tan hermosa es la ciencia de los alimentos; y por su tiempo brindado en la asesoría de esta investigación.

A la Sra. Ernestina Solís y a su hija Elizabeth Rodríguez:

Por abrirme las puertas de su casa, por preocuparse y estar pendientes de mí, por haberme aguantado todo este tiempo y sobre todo porque me brindaron su amistad, confianza y comprensión, sin su apoyo me hubiese sido más difícil culminar esta etapa de mi vida por ello muchas gracias.

A maestros y trabajadores:

A todos ustedes que contribuyeron de una u otra forma en mi formación académica, pero en especial al Dr. Efraín Castro Narro, Ing. Rodolfo Betancourt, Q.F.B. María Elena González G. Gracias por todo su apoyo que me han brindado.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	v
Índice general	vii
Índice de cuadros	x
Índice de figuras	xi
Índice de anexos	xii
Resumen	xiii
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo general	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.2 Hipótesis	2
1.3 Justificación	3
CAPÍTULO II	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Manzana	4
2.1.1 Generalidades	4
2.1.2 <i>Golden Delicious</i>	5
2.1.3 Composición de la manzana	7
2.1.4 Cosecha de la manzana	7
2.1.5 Conservación de la manzana	8
2.1.6 Puré de manzana	8

2.2 Tratamiento térmico	10
2.2.1 Penetración de calor	11
2.3 Ácido ascórbico	11
2.3.1 Generalidades	11
2.3.2 Oxidación del ácido ascórbico	13
2.4 Evaluación sensorial	15
2.4.1 Definición	15
2.4.2 Propiedades sensoriales	16
2.4.3 Factores que influyen en la evaluación sensorial	18
2.4.4 Importancia de la evaluación sensorial	19
2.4.5 Tipo de jueces	20
2.4.6 Clasificación de las pruebas sensoriales	22
2.5 Índice R	25
2.5.1 Definición	25
CAPÍTULO III	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1 Materiales biológicos y reactivos	27
3.2 Materiales de laboratorio	28
3.2.1 Físico-Químico	28
3.2.2 Evaluación sensorial	29
3.3 MÉTODO EXPERIMENTAL	29
3.3.1 Obtención de puré de manzana	30
3.3.2 Aplicación de tratamientos térmicos	30
3.3.3 Caracterización del puré de manzana	31
3.3.4 Análisis sensorial	34
3.3.4.1 Prueba de preferencia	34
3.3.4.2 Índice R	34
3.3.5 Análisis estadístico	35

CAPÍTULO IV	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1 Obtención y caracterización del puré de manzana	36
4.2 Análisis sensorial utilizando la prueba de preferencia	40
4.3 Análisis sensorial utilizando la prueba discriminativa: IR	42
CAPÍTULO V	43
5. CONCLUSIONES	43
CAPÍTULO VI	44
6. RECOMENDACIONES	44
CAPÍTULO VII	45
7. LITERATURA CITADA	45
CAPÍTULO VIII	49
8. ANEXOS	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	
Valor nutrimental de la manzana	7
Cuadro 2.	
Impresiones que se perciben a través de los sentidos en el análisis sensorial	15
Cuadro 3.	
Clasificación de las pruebas en la evaluación sensorial	23
Cuadro 4.	
Matriz de respuesta generalizada para el índice R	26
Cuadro 5.	
Rendimientos de los lotes de manzana	36
Cuadro 6.	
Medias de los análisis físico-químicos realizados al puré de manzana	37
Cuadro 7.	
Resultados ANOVA-Sistema SAS	38
Cuadro 8.	
Resultados de aceptabilidad de acuerdo a la prueba de preferencia	40
Cuadro 9.	
Resultados de la prueba de preferencia	41
Cuadro 10.	
Resultados del índice-R	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.

Manzana *Golden Delicious* 5

Figura 2.

Molécula del ácido ascórbico 11

Figura 3.

Esquema de la auto-oxidación del ácido ascórbico 14

Figura 4.

Métodos comunes de pruebas discriminatorias 24

Figura 5.

Puré de Manzana 36

Figura 6.

Concentración de ácido ascórbico: relación tiempo-temperatura 39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.

Primer formato de evaluación sensorial 49

Anexo 2.

Segundo formato de evaluación sensorial 50

Anexo 3.

Resultados del análisis estadístico 51

Anexo 4.

Valores críticos expresados en porcentaje de IR-50% 58

Anexo 5.

Respuestas de los jueces a la evaluación sensorial
de puré de manzana 59

RESUMEN

Para este trabajo de investigación, se caracterizó físico-químicamente el puré de manzana de la variedad *Golden delicious*, el cual se sometió a diferentes tratamientos térmicos: 75, 80, 85 y 88 °C; por 10, 15, 20 y 25 minutos, para cada una de las temperaturas, comparándose con una muestra de referencia (fresca-sin tratamiento térmico).

El objetivo fue evaluar el efecto de la temperatura en los cambios sensoriales y la concentración de ácido ascórbico en el puré de manzana.

Se analizaron las propiedades de pH, Sólido Solubles Totales (°Brix), porcentaje de acidez y ácido ascórbico (mg/ml) para cada muestra respectivamente con el fin de ver el efecto que ocasionan las altas temperaturas en el alimento.

En el primer análisis sensorial se utilizó la prueba de preferencia por ordenamiento, en donde los jueces tenían que ordenar de menor a mayor preferencia, de la cual los resultados obtenidos mostraron que los productos más preferidos fueron el puré de manzana: fresco y el sometido a 85 °C/10 minutos. Se aplicó el método de Kruskal-Wallis y los resultados mostraron únicamente diferencia significativa en cuanto a la característica sabor, a una temperatura de 88 °C.

En el segundo análisis se empleó la técnica del índice R, obteniéndose resultados no significativos para todos los tratamientos térmicos en comparación a la referencia.

Se concluye que la mejor combinación de temperatura y tiempo para el producto es: 85 °C/10minutos.

Palabras Clave: Calidad, Atributos Sensoriales, Tratamiento Térmico, Puré de Manzana, Manzana Golden Delicious.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En la dieta del mexicano, una de las frutas más socorridas ha sido la manzana, fruta a la que se le atribuyen muchas propiedades vitamínicas, de fibra y hasta terapéuticas. Gracias a su enorme adaptabilidad, logró dispersarse a diversas regiones de tal forma que hoy está, entre los principales frutos más comercializados del orbe.

En nuestro país, la manzana fue introducida con la colonización, a principios del siglo XVII, y actualmente ocupa un lugar importante, sexto lugar en producción con el 4.2 % del volumen total de los productos frutícolas y un consumo de 6.5 kg por persona al año (Yoldi, 1991).

No obstante la costumbre de su consumo, la producción de manzanas en México no ha sido suficiente para satisfacer la demanda nacional y las áreas de cultivo masivo se han concentrado en los estados del Norte, principalmente: Chihuahua, Durango y Coahuila (Ramírez y Cepeda, 1993).

El mercado de manzanas se ha incrementado recientemente por las condiciones favorables para su importación en el Tratado Comercial de América del Norte que desgravó al 100% de aranceles a la manzana desde enero de 2003 y por la extensa y constante promoción que los productores del estado de Washington han hecho en medios y mercados de consumo en México (Yoldi, 1991).

La tendencia presentada durante el periodo de 1989/94, nos indica que se ha tenido decremento en la superficie sembrada, rendimiento y producción, originado principalmente por la caída en estos aspectos del principal estado productor: Chihuahua.

Pese a ser importadores, la producción manzanera de nuestro país tiene la posibilidad de cubrir en un mediano plazo la demanda nacional, y con ello reducir la salida de recursos que ello representa. Hoy se hace necesario voltear la vista a todos aquellos sectores, que de una forma u otra pueden contribuir a la economía del país.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la temperatura en los cambios sensoriales y la concentración de ácido ascórbico en puré de manzana.

1.1.2 Objetivos específicos

- Elaborar y caracterizar físico-químicamente el puré de manzana.
- Evaluar con una prueba de preferencia el nivel de agrado de puré de manzana: fresco y sometidos a diferentes tratamientos térmicos.
- Aplicar la técnica del índice R, para determinar si existen diferencias entre el puré de manzana: fresco y sometidos a diferentes temperaturas.
- Determinar de acuerdo al estudio sensorial y variación de ácido ascórbico, la mejor combinación de tiempo y temperatura.

1.2 Hipótesis

El puré de manzana sometido a diferentes tratamientos térmicos presentará degradación de ácido ascórbico y cambios sensoriales en comparación al puré fresco.

1.3 Justificación

La mayor demanda de manzanas ha hecho que los productores mexicanos inviertan más e incrementen la producción en los últimos años. Por esa razón y como medida de protección a la producción nacional, el gobierno ha solicitado la aplicación de una cuota compensatoria del 44.58% al producto que provenga de Estados Unidos.

En lo concerniente, los más afectados han sido los pequeños productores. Por esta razón, ellos tienen que preocuparse por ser más competitivos día a día, aprovechando todos los recursos con los que se cuentan; con el fin de satisfacer a su segmento de mercado. Una buena alternativa es el procesamiento de la manzana, lo cual permitirá darle valor agregado. Además se pueden aprovechar los desechos, con el fin de disminuir la cantidad de merma para obtener mayor rentabilidad. Así es como nace nuestra propuesta de procesar la manzana en puré, evaluando el efecto de altas temperaturas sobre sus atributos de calidad.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Manzana

2.1.1 Generalidades

La manzana (*Pyrus malus*), pertenece a la familia *Rosaceae*. Es uno de los frutos más antiguos del mundo, se cree que se originó en el suroeste de Asia, donde una mezcla de especies nativas *Malus* pudieron dar un fruto de tamaño y calidad atractivos para el hombre (Ramírez y Cepeda, 1993). Gracias a su enorme adaptabilidad, logró dispersarse a diversas regiones de tal forma que hoy está, entre los principales frutos más comercializados del orbe (Yoldi, 1991).

El manzano es un árbol de tercera dimensión, pues su altura es de 6 a 10 m, de raíces con magnitudes de 3 a 8 m; su tronco generalmente es tortuoso y tiene ramas gruesas, copa ancha y poco regular; la raíz del manzano es típica, rastrera, ramificada, con derivaciones secundarias extendidas. Se desarrolla bien en suelos ligeramente ácidos y se ha investigado que el pH de estos suelos es de 6.5 a 6.8, el óptimo para que el frutal alcance su máxima producción, se desarrolla en zonas frías y semifrías (Ramírez y Cepeda, 1993).

Las variedades que mayormente destacan en nuestro México son (Yoldi, 1991):

- *Golden Delicious*, fruto no muy resistente a la manipulación; de cáscara amarillo intenso en plena maduración. Su pulpa es de color blanca cremosa, compacta, succulenta, bastante dulce, ácida y medianamente aromática. Su cosecha se lleva a cabo entre los meses de agosto a octubre.

- *Red Delicious*, su tamaño es variable, de grande a muy grande. Cáscara delgada, lisa y brillante; de color verde estriado de amarillo y rojo. Su pulpa es blanca y

verdosa, fina, fundente, azucarada, agridulce, jugosa y perfumada. Su época de cosecha es en los meses de septiembre a noviembre.

-*Rome Beauty*, fruto grueso de forma esferoidal, su cáscara es bastante gruesa, amarilla verdosa, cerca de 40-60% de la superficie es de un color intenso. La pulpa es blanca o blanca crema, no muy compacta, poco o medianamente succulenta, poco dulce, poco ácida, poco aromática, de mediana a escasa característica gustativa.

- Y en menor medida destaca la *Dorset Golden*, fruto grueso a muy grueso, de alta resistencia a la manipulación. Su cáscara es gruesa, verdosa, coloreada de rojo, mientras que su pulpa es blanca cremosa, muy compacta y poco succulenta, dulce, medianamente a poco ácida, poco aromática, de mediana característica gustativa.

2.1.2 Golden Delicious

Es una manzana (figura 1) que tiene su origen en Estados Unidos de América. Se trata de un tipo de manzana, como su nombre indica, de piel suave y amarillo brillante –golden significa dorada en inglés- con marcas en la piel de color gris. La pulpa, de color blanco amarillo, es muy sabrosa por su riqueza en azúcar. Se recoge a finales de verano y principios de otoño y se conserva con mucha facilidad. Es la especie más consumida de todas y una de las más apreciadas por su resistencia una vez recogida tanto dentro de las cámaras de frío como fuera de ellas. Es una manzana que puede utilizarse con muchas finalidades, desde comerse cruda hasta para realizar subproductos (Anónimo 2).



Figura 1. Manzana Golden Delicious

De las fisiopatías más comunes destacan (Anónimo 3):

Arrugamiento (shrive). Las manzanas *Golden Delicious* son particularmente susceptibles a la pérdida de agua. Esta disminución puede ser tan alta como 3 a 6%. El enfriamiento rápido, almacenaje de la fruta en cajas con películas plásticas y los equipos de refrigeración bien diseñados reducirán la pérdida de agua.

Magulladuras. Pueden ser excesivos, especialmente en *Golden Delicious* donde el daño por golpes es más evidente. Un manejo cuidadoso es importante.

Picado Amargo (bitter pit). Manchas pardas hundidas en la piel, especialmente en la parte calicinal. Este desorden está relacionado con una baja concentración de calcio en la manzana. Las aspersiones de calcio previas a la cosecha y las inmersiones en soluciones de calcio antes del almacenamiento refrigerado son el mejor control. Las aspersiones en el campo deben ser efectuadas bajo condiciones de rápido secado para evitar manchas en la piel. La incidencia de esta fisiopatía es reducida con almacenamiento en atmósfera controlada.

Escaldado superficial (superficial scald). El pardeamiento de la piel que se desarrolla en almacenamiento refrigerado. La susceptibilidad de *Golden Delicious* es baja. El almacenaje en atmósfera controlada retrasa la aparición de este problema.

Daño por Atmósfera Controlada. Niveles de oxígeno inferiores a 1% y de CO₂ superiores a 15% pueden inducir sabores extraños (off-flavors) debido a metabolismo fermentativo. Otros síntomas de daño por CO₂ incluyen: lesiones pardas parcialmente hundidas en la piel o pardeamiento interno y cavidades.

2.1.3 Composición de la manzana

La manzana es rica en pectina, azúcares y vitamina C. También tiene propiedades medicinales, al ser suavemente laxante ayuda en algunos desarreglos intestinales. (Anónimo 1).

En el siguiente cuadro se presenta el valor nutrimental de la manzana (*Pyrus malus*).

Cuadro 1. Valor nutrimental de la manzana

Manzana	
Valor nutrimental por cada 100 g c/ piel	
Energía 50 kcal 220 kJ	
Carbohidratos	13.81 g
- Azúcares 10.39 g	
Grasas	0.17 g
Proteínas	0.26 g
Agua	85.56 g
Vitamina A equiv. 3 µg	0%
Tiamina (Vit. B1) 0.017 mg	1%
Riboflavina (Vit. B2) 0.026 mg	2%
Niacina (Vit. B3) 0.091 mg	1%
Ácido pantoténico (B5) 0.061 mg	1%
Vitamina B6 0.041 mg	3%
Ácido fólico (Vit. B9) 3 µg	1%
Vitamina C 4.6 mg	8%
Calcio 6 mg	1%
Hierro 0.12 mg	1%
Magnesio 5 mg	1%
Fósforo 11 mg	2%
Potasio 107 mg	2%
Zinc 0.04 mg	0%

% CDR diaria para adultos.

2.1.4 Cosecha de la manzana

Para determinar el tiempo de cosecha existen diversos indicadores, tales como: firmeza, contenido de sólidos solubles, coloración de la fruta, coloración café de

la semilla y los días transcurridos desde la fecha de floración media hasta la madurez. Las condiciones climáticas son determinantes para que las fechas de cosecha varíen cada año. La floración se ve afectada por las bajas temperaturas de inviernos benignos y esto provoca que la cosecha se adelante o se atrase; la cosecha de manzano se lleva a cabo generalmente en forma manual (Ramírez y Cepeda, 1993).

2.1.5 Conservación de la manzana

El propósito de la conservación de alimentos es alargar la vida de anaquel. Se debe considerar que el proceso de preservación puede no retener todas las características deseables en la fruta; (James, 1995).

Las principales formas de conservar las frutas son: mínimamente procesadas, enlatadas, congeladas, deshidratadas, irradiadas, cristalizadas y deshidratadas osmóticamente o sometidas a altas presiones, entre otras (James, 1995). El principal proceso de preservación que se emplea es el tratamiento térmico.

2.1.6 Puré de manzana

El puré de manzana es el producto más común y sencillo de esta fruta; ya que se requiere menor labor de elaboración. Puede ser usada para la preparación de jaleas, bebidas (néctar), mermeladas, etc. Para un buen puré, la fruta debe tener color óptimo, sin oscurecimiento (Wu y Sheu, 1996).

Se entiende por puré de manzanas en conserva el producto (Anónimo 4):

- a. Preparado con manzanas lavadas y limpias, que se ajusten a las características del fruto (manzana), que pueden haberse pelado y que, después del corte, están sanas.

- b. Preparado con o sin: cloruro de sodio, especias, azúcares y agua; ingredientes autorizados.
- c. Tratado térmicamente de manera apropiada, antes o después de haber sido cerrado herméticamente en un envase para evitar su deterioro.

Formas de Presentación

- Endulzado (azucarado) - con azúcares y/u otras materias azucaradas como la miel; no menos de 16,5% de sólidos solubles totales (16,5° Brix) (Anónimo 4).
- No endulzado/sin endulzar (no azucarado / sin azucarar) - sin adición de azúcares y/u otras materias azucaradas como la miel; no menos del 9% de sólidos solubles totales (9,0° Brix) (Anónimo 4).

Criterios De Calidad

Color, Sabor y Textura

El puré de manzanas deberá tener un color, sabor y olor normales y poseer la textura característica del producto. Una ligera coloración rosa no se considerará como defecto. El número, tamaño y visibilidad de los defectos (tales como semillas o partículas de éstas, pieles, tejido carpelar, partículas de manzanas magulladas, partículas oscuras y cualquier otra materia extraña de naturaleza análoga) no deberán afectar gravemente al aspecto ni a la comestibilidad del producto (Anónimo 4).

El producto se conserva por enlatado o congelamiento. Si se enlata recibe un proceso de pasteurización a 195 °F, lo cual les da una estabilidad aproximada de 10 meses. Algunos mercados exportadores no agregan ni azúcar, ni ácido; y

otros tienen ya estándares para estos dos puntos, como es el agregar un jarabe de 70 °Bx a 100 kilos de puré (Jagtiani, et .al., 1988).

Puede tener un pH de 2.6 a 5.8 y una acidez titulable entre el 0.1-1.1 % (Wu y Sheu, 1996).

2.2 Tratamiento térmico

Nicólas Appert (1750-1849) fue el inventor del proceso de preservación mediante la aplicación de calor en contenedores cerrados (Brennan, Butters, Cowell y Lilly; 1981). Sometió aproximadamente 50 tipos de comida, incluyendo frutas, hortalizas y carnes. El proceso varió de acuerdo al tipo del producto (Ramaswamy y Abbatemarco, 1996).

Una de las formas para producir alimentos altamente seguros es el calentamiento y enfriamiento rápido. Los procesos térmicos varían su severidad considerablemente; existen procesos suaves tales como altas temperaturas, pasteurización, y procesos más severos como la esterilización comercial. Las altas temperaturas pueden traer cambios deseables, como la muerte de microorganismos e inactivación de enzimas, destruye componentes anti-nutricionales e incrementa la disponibilidad de algunos nutrientes (digestibilidad); o cambios indeseables, como son la pérdida de factores de calidad y degradación de nutrientes; como las vitaminas (Lewis y Heppell, 2000).

El objetivo de la aplicación de un tratamiento térmico es producir alimentos seguros, de alta calidad y bajo costo. El proceso depende del tipo de alimento, composición química y tipo de microorganismos que pueden dañar al alimento o a la salud de los humanos; también se considera el material contenedor (forma, tamaño y las propiedades relacionadas con el medio de calor) (Ramaswamy y Abbatemarco, 1996).

2.2.1 Penetración de calor

La penetración de calor en el alimento durante un proceso térmico puede realizarse por el método de conducción o convección, pudiendo existir estas dos formas combinadas; dependiendo directamente del alimento y del material que lo contenga (Somogy, Ramaswamy y Hui; 1996).

2.3 Ácido ascórbico

2.3.1 Generalidades

La Vitamina C o ácido ascórbico (figura 2), fue descubierto por Szent-Gyorgyi y Haworth en 1933 a partir del escorbuto (enfermedad debido a la falta de Vitamina C); químicamente es conocido como L-ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$). Es un cristal blanco con un sabor ligeramente ácido, soluble en agua, alcohol, glicerina y propilenglicol; insoluble en grasas, benceno y cloroformo. Es un importante antioxidante en determinados alimentos, ya que tiene tendencia de unirse con el oxígeno provocando pérdida de color y sabor natural; y también protege las células del daño por oxidación. En jugos es más estable en concentrados congelados y pH bajos (Woodroof, 1995). La figura 2 muestra la estructura del ácido ascórbico.

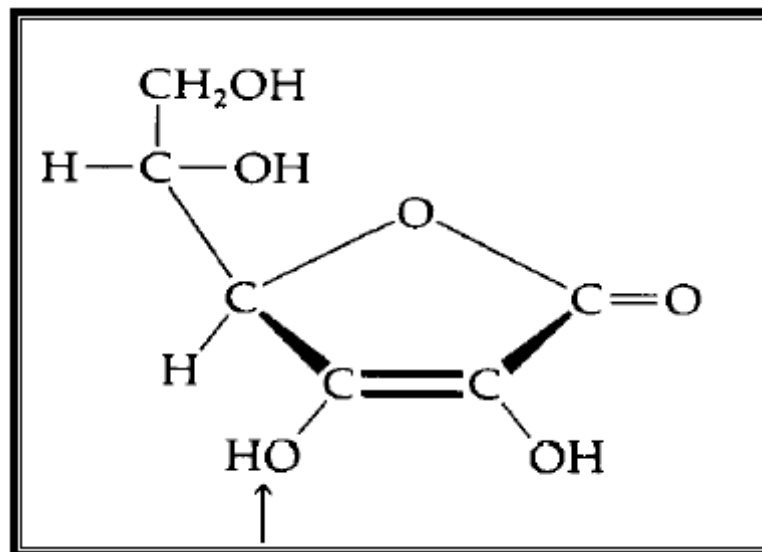


Figura 2. Molécula del ácido ascórbico.

Fuente: Carpenter, 1986

La absorción del ácido ascórbico ocurre en la mucosa bucal, estómago e intestino delgado. La ingesta de la vitamina C de las soluciones introducidas dependen del pH, incrementándose si el tiempo de retención en la boca lo hace. Este tipo de absorción es posible por difusión pasiva a través de las membranas de las células bucales. La absorción gastrointestinal se realiza de manera rápida y eficiente. Es facilitada por la conversión a su forma oxidada; ácido dehidroascórbico, la cual es menos ionizada en el pH fisiológico, dándole un poder para la penetración membranal. La transferencia de vitamina C ocurre entre el plasma y los leucocitos, principalmente (Basu y Schora, 1982).

La función que desempeña en el cuerpo es indispensable. Se precisa para que el cuerpo elabore tejido conjuntivo o colágeno, que se encuentra en todo el organismo y contribuye al mantenimiento de la estructura de los tejidos, en la piel, músculos, encías, vasos sanguíneos y huesos. En la clásica enfermedad carencial del escorbuto, la falta de vitamina C conduce a que se abran pequeños vasos sanguíneos, al enrojecimiento y hemorragia de la piel, encías, la pérdida de dientes, debilidad general y muerte. Al igual que la vitamina E, este ácido puede prevenir el cáncer, promueve la inmunidad frente a los resfriados y otras infecciones, combate las enfermedades cardíacas, acelera la cicatrización de heridas, ayuda a rebajar el exceso del colesterol y contribuye a prevenir úlceras. La ración dietética recomendada de vitamina C es de 60 miligramos diarios. Para los fumadores se ha visto que una dosis de 100 miligramos puede proporcionar una buena protección contra los radicales libres del tabaco. Sólo dosis superiores de 500 miligramos puede producir diarrea (Hernández Milacatl, 2003).

La estabilidad de la vitamina C es importante porque es la más lábil de las vitaminas de los alimentos, siendo ésta un índice de factor de calidad en alimentos procesados. La mayor pérdida se produce durante el procesamiento y el almacenamiento debido a la oxidación (Hernández Milacatl, 2003).

2.3.2 Oxidación del ácido ascórbico

La vitamina C es fácilmente destruida por la oxidación, especialmente a temperaturas elevadas y es la vitamina que se pierde más fácilmente durante el procesamiento, almacenamiento y cocimiento de los alimentos (Potter, 1997). Su degradación está relacionada con la temperatura, luz, pH, disponibilidad de oxígeno, metales, actividad de agua, ciertas enzimas, sales y hasta con la presencia de otras vitaminas como la riboflavina. La estabilidad es mayor a pH ácidos y en ausencia de oxígeno puede resistir temperaturas de esterilización (Badui, 1990).

El mecanismo de degradación del ácido ascórbico puede seguir cinéticas de primer o segundo orden. En condiciones abundantes de oxígeno disuelto o ambientes anaeróbicos, la degradación del ácido ascórbico sigue una cinética de primer orden, mientras que bajo condiciones limitantes de oxígeno, el mecanismo es de segundo orden (Eison-Perchonok y Downes, 1982; Robertson y Samaniego, 1986; Singh, Heldman y Kirk; 1976).

Para entender las características de la oxidación del ácido ascórbico es que esta reacción ocurre en dos pasos. El primero es reversible, mientras que el segundo no lo es. Esto es debido a que en la etapa uno la oxidación no es severa y puede perder solamente dos hidrógenos. Las formas que son efectivas contra el escorbuto son, L-ácido ascórbico, y su forma reversible, ácido dehidroascórbico. En la figura 3 se presenta gráficamente la oxidación del ácido ascórbico.

La vitamina C se degrada hasta ácido 2,3-dicetogulónico, generalmente. La pérdida de esta vitamina es relacionada a la conversión de L-ácido ascórbico a dehidro-L-ácido ascórbico por el oxígeno en el producto antes o durante el proceso térmico, dependiendo de la severidad de éste. Los catalizadores son los iones de metales pesados o por las enzimas ácido ascórbico oxidasa, fenolasa, citocromo oxidasa y enzimas peroxidasa que se desnaturalizan en el

proceso térmico dando un producto con nivel alto de ácido ascórbico en comparación con uno que no se trató (Lewis y Heppell, 2000).

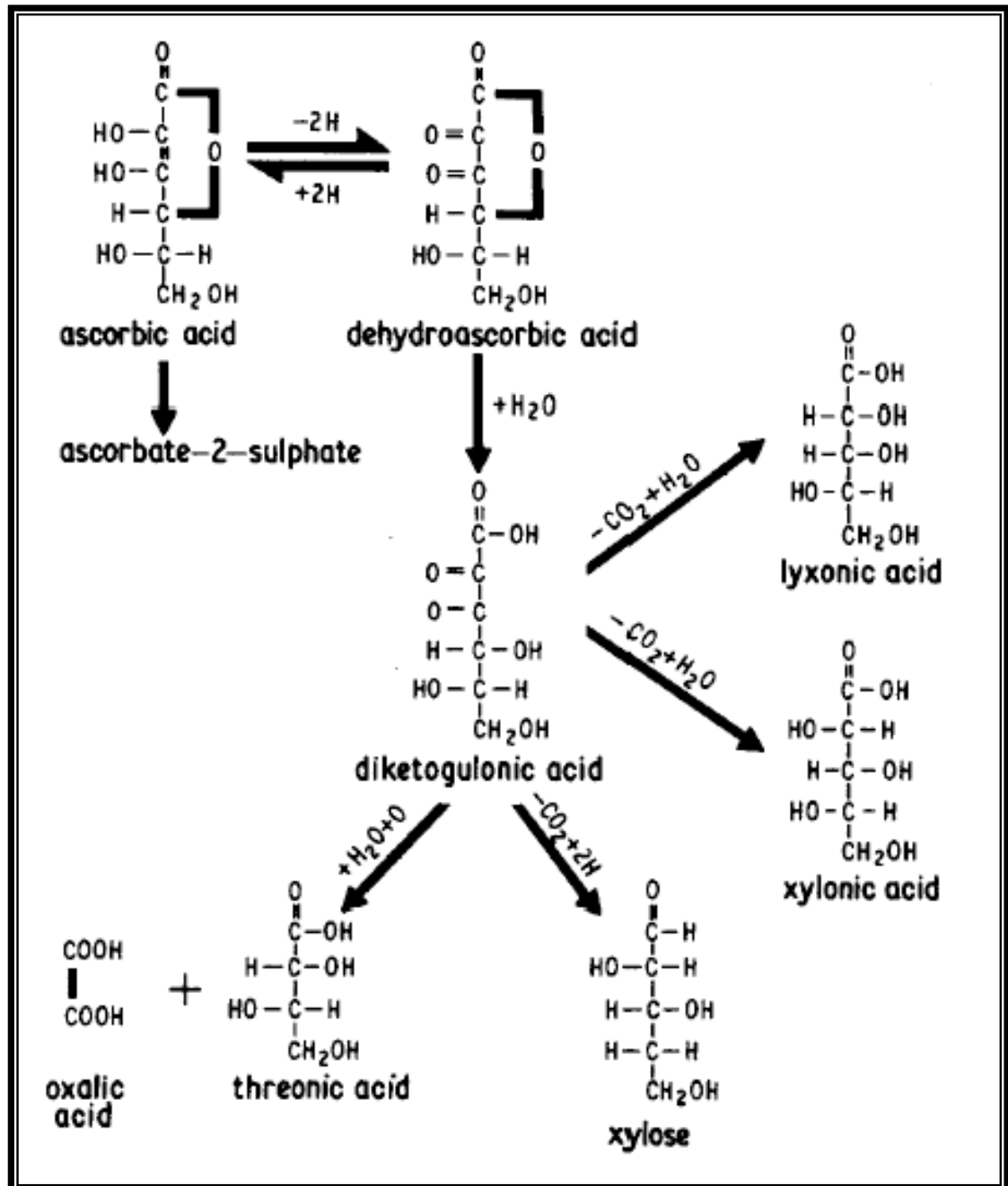


Figura 3. Esquema de la auto-oxidación del ácido ascórbico.

Fuente: Basu y Schora, 1982.

2.4 Evaluación sensorial

2.4.1 Definición

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir *sentido*. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos, o sea: sus cinco sentidos (Anzaldúa, 1994).

La evaluación sensorial es una disciplina desarrollada desde hace algunos años; nació durante la segunda guerra mundial ante la necesidad de establecer las razones que hacían que la tropas rechazaran en gran volumen las raciones de campaña (Wittig, 2001).

La valoración sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentales al observarlos o ingerirlos. Sin embargo, las sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben: dependen tanto de la persona como del entorno. De ahí la dificultad de que con determinaciones de valor tan subjetivo, se puede llegar a tener datos objetivos y fiables para evaluar la aceptación o rechazo de un producto alimenticio (Sancho, 2002).

El primer contacto del ser humano con un producto alimenticio se produce habitualmente a través de la vista, el olfato, el oído, el tacto, el gusto, como se muestra a continuación (cuadro 2).

Cuadro 2. Impresiones que se perciben a través de los sentidos en el análisis sensorial.

Vista	Olfato	Tacto	Gusto	Oído
Color Brillo Tamaño Forma	Olor	Textura Temperatura Dureza Peso	Sabor <ul style="list-style-type: none">• Acido• Dulce• Salado• Amargo	Sonido

2.4.2 Propiedades sensoriales

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades (atributos) que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos (Anzaldúa, 1994).

A continuación se describen algunos atributos:

El color

El color puede ser discutido en términos generales del estímulo luminoso, pero en el caso específico del color de los alimentos es de más interés la energía que llega al ojo desde la superficie iluminada, y en el caso de los alimentos transparentes, a través del material (Wittig, 2001).

El color es la cualidad de la sensación provocada en la retina de un observador por las ondas luminosas de longitud de onda (λ) entre 380 a 760 nm (Sancho, 2002).

El color resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico que depende de determinadas características de la luz. Estas características son, esencialmente:

- a) El tono o matiz se refiere a aquella característica que permite clasificar un color como rojo o azul, y depende sobre todo de la longitud de onda dominante de la luz.
- b) La saturación o pureza describe el grado o intensidad con la que un color se separa del gris neutro y se acerca a un color puro del espectro.
- c) La luminosidad se define como la característica de una sensación de color que hace equivalente a la producida por algún elemento de la escala de grises que va desde el blanco (máxima luminosidad) hasta el negro (mínima luminosidad).

Olor

El olor es la percepción, por medio de la nariz, de sustancias volátiles liberadas en los objetos. En el caso de los alimentos -y la mayoría de las sustancias olorosas- esta propiedad es diferente para cada uno y no ha sido posible establecer clasificaciones ni taxonomías completamente adecuadas para los olores (Anzaldúa, 1994).

Otra característica del olor es la intensidad o potencia de éste. Además, de su relación con el tiempo.

Sabor

Se define como la sensación percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor (Wittig, 2001).

El sabor se percibe principalmente por la lengua, aunque también por la cavidad bucal (por el paladar blando pared posterior de la faringe y la epiglotis). Las papilas gustativas de la lengua registran los cuatro sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo, en determinadas zonas preferenciales de la lengua, así, lo dulce en la punta, lo amargo en el extremo posterior y, lo salado y ácido en los bordes (Sancho, 2002).

Aroma

Esta propiedad consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto éste en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, y llegan –a través de la trompa de Eustaquio- a los centros sensoriales del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos (Anzaldúa, 1994).

Gusto o Sabor básico

El gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo; o bien, puede haber una combinación de dos o más de estos cuatro. Esta propiedad es detectada por medio de la lengua.

Textura

Es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Anzaldúa, 1994).

La medición instrumental de la textura fue propuesta como una alternativa a la evaluación sensorial con el fin de superar los principales inconvenientes y limitaciones de esta última: la gran variabilidad que puede existir en los resultados, la dificultad en la ejecución de las pruebas –debido a los naturales problemas que se presentan al trabajar con humanos y a lo laborioso de algunas pruebas- y las peculiaridades de la interpretación de los resultados (Bourne, 1982).

Szczesniak lo define como la percepción de características mecánicas (resultantes de la presión ejercida por dientes, lengua y paladar), características geométricas (provenientes del tamaño y forma de las partículas) y características relacionadas con las propiedades lubricantes (humedad y grasa), (Wittig, 2001).

2.4.3 Factores que influyen en la evaluación sensorial

De la gran variedad de factores que ejercen influencia sobre la evaluación sensorial debemos considerar los siguientes grupos (Wittig, 2001):

- **Factores de personalidad o actitud.** Influyen en gran medida en experiencias sobre aceptación o preferencia de consumidores.

- **Factores relacionados con la motivación.** Influyen sobre los resultados al trabajar con concentraciones umbrales y supraumbrales.
- **Errores psicológicos de los juicios.** Se deben distinguir varios tipos de errores psicológicos, como son los de tendencia central, de posición y tiempo, de contraste. También deben considerarse la memoria, concentración y las instrucciones minuciosas, ya que pueden ser importantes.
- **Factores que dependen de la relación entre estímulo y percepción.**
- **Adaptación.** Es un factor de importancia que debe ser considerado siempre.

2.4.4 Importancia de la evaluación sensorial

La evaluación sensorial es de gran importancia prácticamente en todas las etapas de producción y desarrollo en la industria alimentaria, para conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto.

También, es importante porque tiene funciones de control de calidad y estandarización de un alimento. Una vez aseguradas la calidad nutricional y sanitaria, la calidad sensorial y aceptabilidad por el consumidor pueden ser evaluadas controlando sensorialmente la calidad de la materia prima, el almacenamiento o las estrategias de mercado.

La evaluación sensorial es de gran utilidad ya que se aplica para la mejora de un producto mediante el estudio de los defectos sensoriales o atributos deseable tras la modificación de la fórmula de un producto, ya sea por eliminación, sustitución o adición de un nuevo componente o ya sea por la modificación del proceso de elaboración del producto.

La evaluación sensorial desempeña un papel muy importante en las actividades de investigación sobre alimentos. Es de especial utilidad para la industria alimentaria la aplicación de los resultados de la evaluación sensorial y asociarlos con aquellos obtenidos por los instrumentos analíticos. Para esto es indispensable la selección y entrenamiento de un panel de jueces, así como el desarrollo de una terminología descriptiva, técnicas de evaluación sensorial y ensayos fisicoquímicos que ayuden a caracterizar los atributos sensoriales de un alimento, sin olvidarnos que el consumidor es el que determina al final la evolución o transformación de un producto (Ibáñez, 2001).

2.4.5 Tipo de jueces

La selección y el entrenamiento de las personas que tomarán parte en pruebas de evaluación sensorial son factores de los que dependen en gran parte el éxito y validez de las pruebas (Anzaldúa, 1994).

El número de jueces necesarios para que una prueba sensorial sea válida está en función del tipo de juez que vaya a ser empleado. Existen cuatro tipos de jueces:

Juez experto

El juez experto es, como en el caso de los catadores de vino, té, café, quesos y otros productos; una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras, para distinguir y evaluar las características del alimento (Larmond, 1977; Ackerman, 1990).

Su habilidad, experiencia y criterio son tales que en las pruebas que efectúa sólo es necesario contar con su respuesta. Por lo general, los jueces expertos o catadores solo intervienen en la degustación de productos caros, tales como los

mencionados anteriormente. Esto se debe a que su entrenamiento es muy largo y costoso y, además a que cobran sueldos muy altos (Anzaldúa, 1994).

Juez entrenado

Un juez entrenado es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial, y que sabe que es exactamente lo que desea medir en una prueba. Además, suele realizar pruebas sensoriales con cierta periodicidad (Anzaldúa, 1994).

Juez semientrenado o de laboratorio

Se trata de personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad, pero que generalmente solo participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas. Las pruebas con jueces semientrenados deben efectuarse con un mínimo de 10 jueces y un máximo de 20, cuando mucho 25, con tres o cuatro repeticiones por cada juez para cada muestra (Larmond, 1973, 1977).

Juez consumidor

Se trata de personas que no tienen que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general son personas tomadas al azar, ya sea en la calle, o en una tienda, escuela, etc. (Anzaldúa, 1994).

Los jueces de este tipo deben emplearse solamente para pruebas afectivas y nunca para discriminativas o descriptivas (Anzaldúa, 1994).

2.4.6 Clasificación de las pruebas sensoriales

Existen varias clasificaciones de las pruebas sensoriales. La primera agrupa a las pruebas en dos tipos: la evaluación sensorial del tipo I y II. La segunda agrupa a las pruebas sensoriales en tres tipos, las discriminativas, descriptivas y afectivas (Hernández M., 2007).

De acuerdo al tipo de juez

La primera clasificación para las pruebas sensoriales se basa en el tipo de panelista para las pruebas, ya que puede ser una persona altamente entrenada o bien un consumidor típico. (Hernández M., 2007).

a. Evaluación sensorial tipo I

La evaluación sensorial tiene como objetivo caracterizar cualquier diferencia entre los alimentos y no caracterizar como los consumidores perciben los alimentos. Su objetivo es similar al del análisis instrumental, donde los instrumentos son los sentidos humanos y cada atributo es medido separadamente, teniendo cuidado de eliminar distracciones tales como la percepción de otros estímulos. Al evaluar individualmente los atributos se requiere la eliminación, o al menos la reducción, de interferencias sensoriales cruzadas (Hernández M., 2007).

En este tipo de pruebas sensoriales, la confiabilidad y la sensibilidad son factores claves, los participantes son vistos como instrumentos analíticos que detectan y miden cambios en los productos alimentarios. Entre la más comunes se incluyen a las pruebas: psicofísicas, triangulares, dúo-trío y las pruebas de n-elección alternativa forzada.

b. Evaluación sensorial tipo II

En la evaluación sensorial II se evalúa si los consumidores pueden distinguir, bajo condiciones ordinarias de consumo, diferencias pequeñas. Para un grupo de muestras es posible que los jueces obtengan una preferencia dada y por otro

lado no puedan discriminar usando pruebas de diferencia (Hernández M., 2007).

De acuerdo al tipo de objetivo

Esta clasificación se basa en el tipo de objetivo que se persigue en la realización de la prueba, en el criterio para la selección del panelista y en su tarea específica (cuadro 3) (Hernández M., 2007).

**Cuadro 3. Clasificación de las pruebas en la evaluación sensorial
(Adaptada de Lawless y Heymann, 1990)**

Clasificación	Pregunta de interés	Tipo de análisis
Discriminatorio	¿Los productos son diferentes?	Analítico
Descriptivo	¿Cómo difieren los productos en características específicas sensoriales?	Analítico
Afectivo	¿Qué tanto gustan o son preferidos los productos?	Hedónico

a. Pruebas Discriminativas

El objetivo de la prueba discriminativa es determinar si las muestras son detectablemente diferentes unas de otras. Esta prueba se emplea usualmente en ambiente de laboratorio, en el que se usan grupos de 12 a 20 personas calificadas (Hernández, 2007).

Los métodos de pruebas discriminativas más frecuentemente usados son la diferencia apareada, las pruebas triangulares, las dúo-trío y; las pruebas 2-elección alternativa forzada (2-EAF) y 3-elección alternativa forzada (3-EAF), entre las más comunes (figura 4).

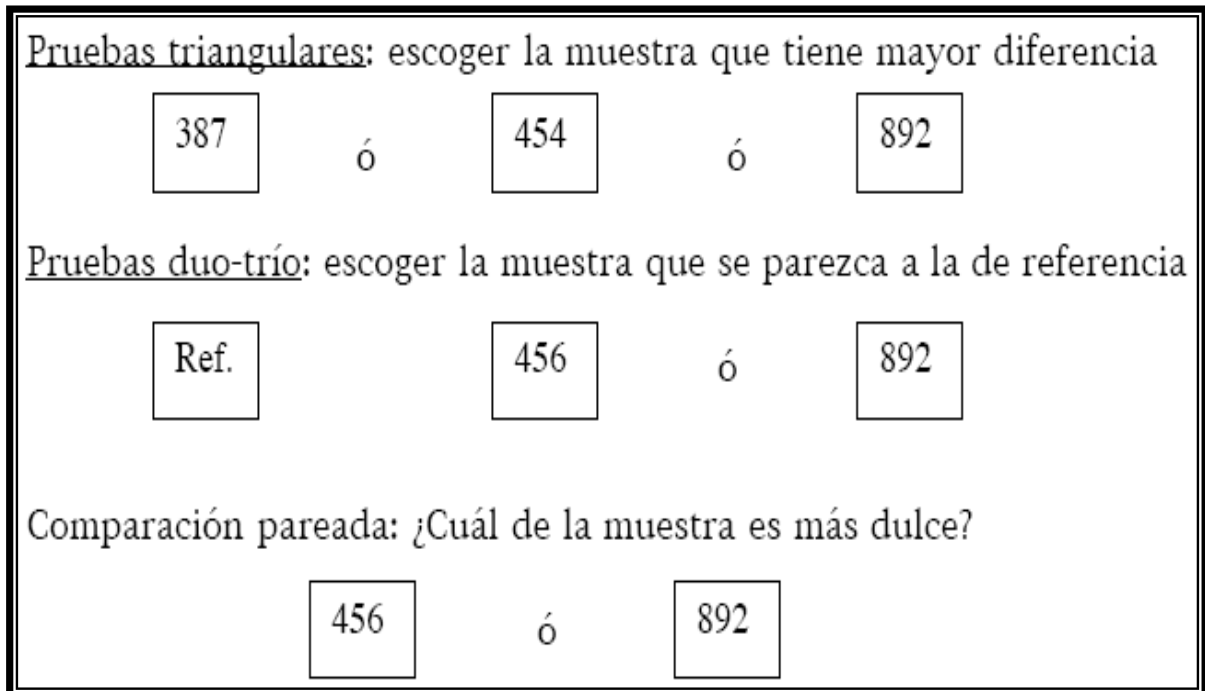


Figura 4. *Métodos comunes de pruebas discriminativas.*

Fuente: *Lawless y Heymann, 1999.*

b. Pruebas Descriptivas

Las pruebas descriptivas están diseñadas para describir las propiedades sensoriales de los productos y medir las intensidades percibidas. Los métodos descriptivos más populares son: el perfil del sabor, el perfil de textura, el análisis descriptivo cuantitativo y el método Spectrum, entre otros. Los sujetos que realizan las pruebas descriptivas son seleccionados y entrenados; generalmente se requieren de 6 a 12 personas (Hernández M., 2007).

c. Pruebas Afectivas

En estas pruebas se miden actitudes subjetivas, tales como la aceptación de un producto y la preferencia. Los participantes son usualmente consumidores, seleccionados por su uso actual o potencial de los productos. En estos estudios de campo participan de 75 a 200 consumidores. El objetivo de estas pruebas es seleccionar, ordenar o calificar muestras (Hernández M., 2007).

2.5 Índice R

2.5.1 Definición

El índice R se define como la probabilidad de distinguir entre dos productos, en este caso, alimentos. Fue desarrollado por John Brown, inicialmente para estudios de memoria de reconocimiento, aunque se aplica mucho más en la ciencia sensorial (Hernández M., 2007).

En las pruebas de detección de señales, se desea saber si un juez o grupo de jueces son capaces de distinguir dos productos. Al medir el grado de diferencia entre los dos productos sin el uso de escalas, la tarea del juez es distinguir una sensación que marque algún cambio en el sabor de un producto “S” del ruido producido por el producto “R”. Normalmente se le da a un juez un cierto número de muestras “S” y un cierto de números de muestras “R” en orden aleatorio y se le pide que indique cual es “S” y cual es “R”. A menudo el juez no está seguro de su respuesta debido a la similitud de los productos evaluados, por lo que puede responder “S-seguro” (S), “S-no seguro” (S?), “R-no seguro” (R?)o “R-seguro” (R) (Hernández M., 2007). De esta información se obtienen las medidas numéricas de discriminabilidad que pueden ser analizadas (O’Mahony, 1992).

Una vez obtenidos los datos, se colocan en una matriz de respuesta como se muestra en el siguiente cuadro. De la matriz de respuesta (cuadro 4) se puede predecir que el juez distinguiría correctamente las muestras “S” y “R” el 95 % de

las veces. Esta probabilidad estimada es el índice R, y una medida útil de la diferencia entre las muestras (Hernández M., 2007).

Cuadro 4. Matriz de respuesta generalizada para el índice R.

Fuente: Hernández M., 2007.

ESTIMULO	RESPUESTAS DE LOS JUECES				TOTAL
	S	S?	R?	R	
Señal	a	b	c	d	=a+b+c+d
Ruido	e	f	g	h	=e+f+g+h

El índice R esta dado por:

$$R = \frac{a(f+g+h) + b(g+h) + ch + \frac{1}{2}(ae + bf + cg + dh)}{(a+b+c+d)(e+f+g+h)}$$

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El puré de manzana fue elaborado en el laboratorio de ciencia y tecnología de alimentos, y las evaluaciones sensoriales se realizaron en el laboratorio de evaluación sensorial; ambas instalaciones pertenecientes al departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.1 Materiales biológicos y reactivos

- ✓ La manzana fue adquirida con productores de Arteaga, Coahuila, México.
- ✓ Azúcar morena se consiguió en materias primas Cuellar en Saltillo, Coahuila, México.
- ✓ Agua purificada y destilada, proveniente de la planta de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- ✓ Agua potable.
- ✓ Hidróxido de potasio (KOH) 0.1 N
- ✓ Fenolftaleína (indicador).
- ✓ Acido clorhídrico (HCl) al 2%
- ✓ Reactivo de Thielmann (2,6 dicloroindofenol)

3.2 Materiales de laboratorio

3.2.1 Físico-Químico

- ✓ Probeta 500 ml.
- ✓ Probeta 100 ml.
- ✓ Vaso de precipitado 600 ml (2).
- ✓ Vaso de precipitado 200 ml (2).
- ✓ Matraz Erlenmeyer 500 ml (2).
- ✓ Matraz Erlenmeyer 250 ml (2).
- ✓ Bureta 50 ml (2).
- ✓ Soporte universal (2).
- ✓ Pipeta 10 ml (2).
- ✓ Agitadores (2).
- ✓ Paquete de cofias.
- ✓ Descorazonador.
- ✓ Estufa QL (QUINCY LAB INC), modelo 40, capacidad de temperatura: 0-240 °C.
- ✓ Balanza OHAUS, con capacidad 600 g.
- ✓ Pelador.
- ✓ Cuchillo.
- ✓ Tabla plástico.
- ✓ Reja.
- ✓ Recipiente de plástico (2).
- ✓ Plumón.
- ✓ Extractor de jugos estándar Turmix. Potencia (125 W).
- ✓ Balanza Torrey capacidad 5*0.005 Kg.
- ✓ Refractómetro digital Atago de 0 a 52 °Brix.
- ✓ Potenciómetro Hanna HI223
- ✓ Charolas de aluminio
- ✓ Libreta y bolígrafo

3.2.2 Evaluación sensorial

- ✓ Vasitos desechables No. 00.
- ✓ Charolas de plástico rectangular plana con 26 cm de largo por 23 cm de ancho.
- ✓ Vaso de unicel No. 8.
- ✓ Hieleras de unicel.
- ✓ Cucharas neveras desechables.
- ✓ Popotes.
- ✓ Servilletas.
- ✓ Etiquetas No. 4
- ✓ Hojas de evaluación (formato: preferencia e índice R).
- ✓ Bolígrafo.
- ✓ Incentivos (dulces o botanas).

3.3 MÉTODO EXPERIMENTAL

En esta investigación se trabajaron cinco variantes de puré de manzana: en fresco y cuatro sometidas a altas temperaturas (75, 80, 85 y 88 °C) en un horno de secado -QL-QUINCY LAB INC, Modelo 40-, por distintos periodos de tiempo (10, 15, 20, 25 minutos) para cada una.

3.3.1 Obtención de puré de manzana

1. Pesar el lote de manzana.
2. Limpiar de impurezas.
3. Lavar con agua y jabón.
4. Retirar la cáscara y descorazonar manualmente.
5. Cortar en trozos la parte comestible.
6. Pasar los trozos de manzana por un extractor de jugos (estándar Turmix–125 W) para obtener una pulpa homogénea.
7. Por cada 20 gramos de pulpa de manzana, agregar 25 ml de jarabe de sacarosa al 80% (en 100 ml H₂O - 80 g de sacarosa).
8. Homogenizar para obtener el puré de manzana.
9. El total del puré se divide en cinco partes iguales, colocándose en charolas de aluminio previamente identificadas (fresco, Tnt1, Tnt2, Tnt3, Tnt4).

Donde:

T_n = Temperatura n (puede ser: 75, 80, 85 y 88 °C).

t= tiempo: 1 (10 min), **2** (15 min), **3** (20 min), **4** (25 min).

3.3.2 Aplicación de tratamientos térmicos

Se colocaron en la estufa QL (QUINCY LAB INC), las cuatro charolas ya identificadas (Tnt1, Tnt2, Tnt3, Tnt4), hasta llegar a las condiciones deseadas para cada temperatura a respectivos tiempos. Ejemplo: charolas identificadas con 75°C/10 min, 75°C/15 min, 75°C/20 min, 75°C/25 min; se colocaron y se retiraron de la estufa, respetando cada tiempo.

3.3.3 Caracterización del puré de manzana

Se determinó para las cinco muestras: °Brix, pH, % Acidez titulable y contenido de vitamina C, con los siguientes métodos:

- **Determinación de sólidos solubles totales (SST)**

Expresados como °Brix, se realizaron medidas cuadruplicadas por cada muestra con un refractómetro digital Atago de 0 a 52 °Brix.

Determinación de pH

Se determinó el pH con un potenciómetro digital marca Hanna modelo HI223, mediante inmersión directa del electrodo en la muestra (se realizó por cuadruplicado para cada muestra).

- **Determinación de acidez titulable**

Se determinó por cuadruplicado para cada muestra.

1. En matraz Erlenmeyer de 250 ml se tomó una muestra de 10 ml, adicionándole de 3-4 gotas de fenolftaleína y homogenizándose.
2. Aparte en una bureta se colocó una cantidad conocida de hidróxido de potasio valorado 0.1 N.
3. Se tituló con KOH cada muestra, hasta que apareció una coloración rosa que no desapareciera durante medio minuto.

La acidez titulable se expresa como porcentaje de ácido málico calculándose con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Acido málico} = \frac{\text{ml gastados KOH} * \text{N de KOH} * \text{meq. Ac. Málico} * 100}{\text{Alícuota Valorada}}$$

Donde:

N de KOH = 0.1 N

meq. Ac. Málico = 0.067

Alícuota valorada = ml de muestra tomada

- **Determinación de contenido de vitamina C**

La cantidad de vitamina C se determinó por el método 967.21 AOAC (método de titulación con 2,6 dicloroindofenol -reactivo de Thielmann-) por cuadruplicado para cada muestra.

1. Se pesó en un vaso de precipitado una muestra de 20 gramos de puré de manzana.
2. Se agregaron 10 ml de HCl al 2% y se homogenizó la muestra por 15 minutos.
3. A la muestra homogenizada obtenida se le agregaron 100 ml de agua destilada, las cuales se midieron en una probeta de 100 ml.
4. Se mezcló muy bien la muestra.
5. El contenido del vaso de precipitado se filtró a través de una cofia. El filtrado se recibió en una probeta, y se anotó el volumen total.
6. Se colocaron 10 ml de este filtrado en un matraz Erlenmeyer.
7. Aparte en una bureta, se puso una cantidad conocida de reactivo de Thielmann. Se tituló con este reactivo el filtrado hasta que apareció una coloración rosa que no desapareciera durante medio minuto.

El contenido de ácido ascórbico fue determinado mediante la siguiente fórmula:

Determinación de la cantidad de vitamina C en mg/ ml

$$X = \frac{(a)(0.088)(100)(100)}{(v)(c)}$$

Donde:

A = Cantidad de reactivo de Thielmann consumida en la valoración del filtrado.

0.088 = Cantidad de ácido ascórbico (mg) equivalente a 1 ml de reactivo de Thielmann.

V = Volumen del filtrado (ml) tomado para la valoración con el reactivo de Thielmann.

100 = Coeficiente de recuento para 100 gramos de masa vegetal (%).

C = Peso de la muestra (gramos).

100 = Volumen total de extracto de vitamina C en HCl (ml)

Para las demás temperaturas (80, 85 y 88 °C) utilizando mismos tiempos (10, 15, 20, 25 minutos), se utilizan apartados: 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3.

**Se realizaron pruebas de cada temperatura/diferentes tiempos, una por semana.

3.3.4 Análisis sensorial

Para el análisis sensorial participaron 12 jueces: entrenados y no entrenados; estudiantes de 18 a 22 años de edad aproximadamente, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.3.4.1 Prueba de preferencia

A cada juez se le proporcionaron cinco muestras de puré de manzana donde cuatro de ellas fueron sometidos a tratamiento térmico: 75°C/10 min, 75°C/15 min, 75°C/20 min, 75°C/25 min; y la quinta muestra fue de puré fresco (sin tratamiento térmico).

Posteriormente se les pidió a los jueces que ordenaran las muestras de menor a mayor preferencia, en la que se les asignó el número 1 como menor preferencia y el 5 como mayor preferencia, de acuerdo a los siguientes atributos: textura, color, sabor y olor (anexo 1).

3.3.4.2 Índice R

Se aplicó la prueba discriminativa de detección de señales (índice R), en donde a cada juez se le asignaron las cinco muestras del apartado 3.3.4.1 y cinco más con el mismo tratamiento térmico. Se les pidió que probaran la primer serie de muestras siguiendo una codificación determinada, y que el código lo ubicaran en la tabla correspondiente a la hoja de evaluación (mismo procedimiento para la segunda serie) (anexo 2).

Para los otros tratamientos térmicos (80, 85 y 88 °C/10, 15, 20, 25 minutos c/temperatura), se utilizan apartados: 3.3.4.1 - 3.3.4.2

**Se realizaron por semana, pruebas sensoriales para cada tratamiento térmico.

3.3.5 Análisis estadístico

Pruebas físico-químicas

Los resultados obtenidos se analizaron por ANOVA (Sistema SAS): experimento bifactorial (5*4), en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones.

a=Temperatura en °C. b= tiempo en minutos.

Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

i= 1, 2, 3, 4, 5.

j= 1, 2, 3,4.

k= 1, 2, 3,4.

$$\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$$

Prueba de Preferencia

La información obtenida de la prueba de preferencia fue analizada por el método de Kruskal-Wallis.

Índice R

Los datos arrojados por la prueba discriminativa de detección de señales (índice R), se analizaron por su propio método. Según menciona Hernández M., 2007.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Obtención y caracterización del puré de manzana

Se procesaron cuatro lotes de manzana (*Golden delicious*) para la obtención de puré (figura 5), obteniéndose un rendimiento alrededor del 17.41%. El cuadro 5 muestra las cantidades de los rendimientos de la parte comestible de la manzana.



Figura 5. Puré de manzana

Cuadro 5. Rendimientos de los lotes de Manzana.

	Lote 1 (Kg)	%	Lote 2 (Kg)	%	Lote 3 (Kg)	%	Lote 4 (Kg)	%
Manzana	6.06	100.00	6.05	100.00	6.05	100.00	6.09	100.00
Cáscara/Corazón	2.57	42.36	2.89	47.69	2.56	42.31	2.90	47.54
*Jugo	2.09	34.52	2.32	38.26	2.37	39.17	2.35	38.51
*Pulpa	1.40	23.12	0.85	14.05	1.12	18.51	0.85	13.96
Parte comestible	3.49	57.64	3.17	52.31	3.49	57.69	3.20	52.46

*Parte comestible

En el análisis físico-químico del puré de manzana se utilizó el software estadístico SAS, realizándose un ANOVA: experimento bifactorial (5*4), en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones (anexo 3). En el cuadro 6 se presentan las medias obtenidas en dicho estudio.

Cuadro 6. Medias de los análisis físico-químicos realizados al puré de manzana.

Tratamiento		Medias				
Temperatura	Tiempo	pH	SST(°Brix)	% Acidez	Ac. Ascórbico mg/ml	
20	20	4.418250	36.25	0.1257	0.15648	
20	25	4.370750	36.05	0.1273	0.18180	
75	10	4.053250	35.78	0.1131	0.15648	
75	15	4.079500	36.15	0.1181	0.11873	
75	20	4.045000	37.03	0.1173	0.11940	
75	25	4.055250	38.33	0.1231	0.11000	
80	10	4.274750	38.25	0.1122	0.13690	
80	15	4.237500	38.63	0.1122	0.12813	
80	20	4.216750	38.95	0.1122	0.11880	
80	25	4.219500	39.55	0.1122	0.11918	
85	10	4.235750	36.88	0.1097	0.11965	
85	15	4.202750	38.03	0.1122	0.11905	
85	20	4.238000	38.83	0.1139	0.11918	
85	25	4.195000	39.08	0.1148	0.11858	
88	10	4.315250	37.88	0.1114	0.11003	
88	15	4.322250	38.85	0.1114	0.11003	
88	20	4.314250	39.70	0.1089	0.10083	
88	25	4.316000	40.80	0.1039	0.08313	

En el cuadro anterior se puede observar que al aplicarse las diferentes temperaturas a diferentes tiempos; el pH del puré se comporto de una forma inestable, los sólidos solubles totales reflejaron un ascenso en su contenido expresados en °Brix. Mientras que el porcentaje de acidez y contenido de ácido ascórbico; disminuyeron a mayor temperatura y tiempo.

El cuadro 7 nos indica que la probabilidad de que las variables sean diferentes en cuanto a temperatura son altamente significativas. En el factor tiempo: y1-y3 los valores no fueron significativos, para SST y Acido Ascórbico (mg/ml) fueron altamente significativos. En relación tiempo y temperatura solo es significativa la variable y2.

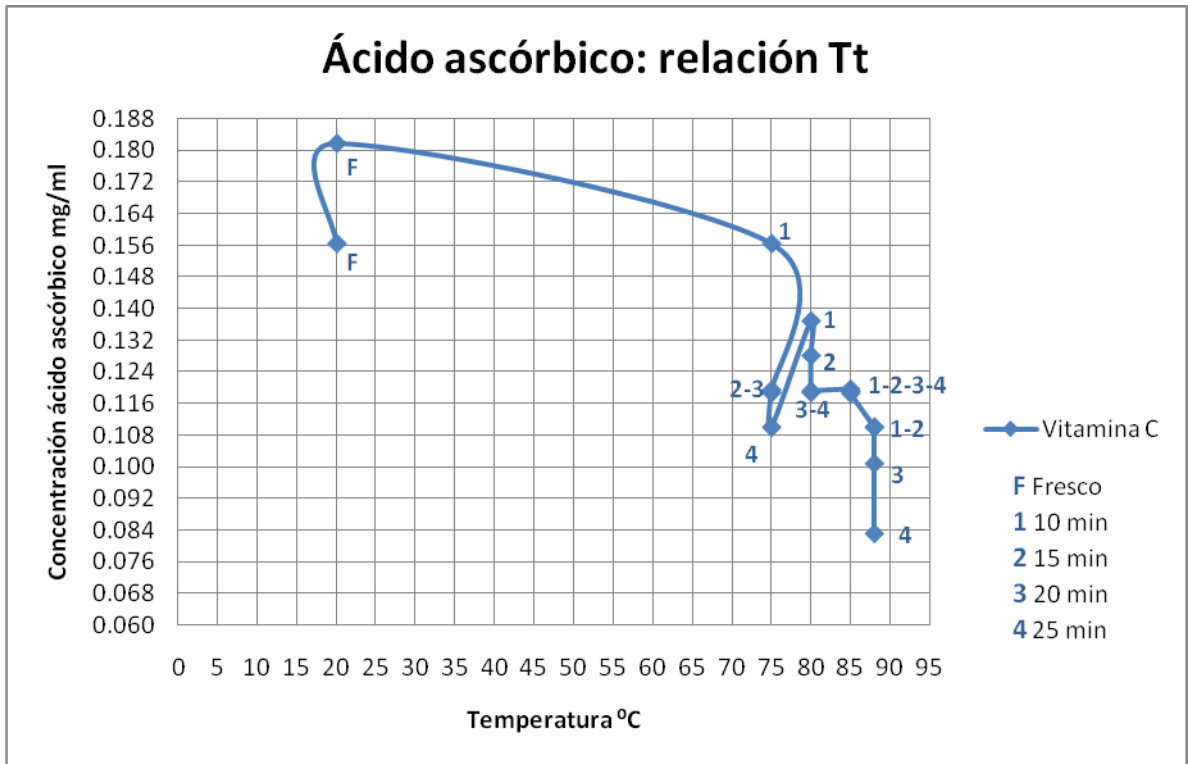
Cuadro 7. Resultados ANOVA-Sistema SAS.

CARACTERÍSTICA			
	Pr>F		Pr>F
y1= pH		y3= % Acidez	
a= Temperatura	0.001**	a= Temperatura	<.0001**
b= Tiempo	0.6531 ^{NS}	b= Tiempo	0.6726 ^{NS}
a*b	0.5546 ^{NS}	a*b	0.3495 ^{NS}
y2= SST (°Brix)		y4= Ac. Ascórbico mg/ml	
a= Temperatura	<.0001**	a= Temperatura	<.0001**
b= Tiempo	<.0001**	b= Tiempo	0.0008**
a*b	0.0138*	a*b	0.1648 ^{NS}
^{NS} No Significativo a Pr>0.05, * Significativo a Pr entre 0.05, ** Altamente significativo a Pr<0.01			0.01-

Posterior a esto, se observa la gráfica que relaciona: los tratamientos y la media del contenido de Acido Ascórbico mg/ml (valores obtenidos del cuadro 6); con el fin de determinar la mejor temperatura y tiempo para el contenido de vitamina C.

Los resultados obtenidos en la figura 6, refleja que la vitamina C es fácilmente destruida por la oxidación, especialmente a temperaturas elevadas y es la vitamina que se pierde más fácilmente durante el procesamiento,

almacenamiento y cocimiento de los alimentos (Potter, 1997). Su degradación está relacionada con la temperatura, luz, pH, disponibilidad de oxígeno, metales, actividad de agua, ciertas enzimas, sales y hasta con la presencia de otras vitaminas como la riboflavina. (Badui, 1990).



**Figura 6. Concentración de ácido ascórbico:
Relación tiempo-temperatura**

4.2 Análisis sensorial utilizando la prueba de preferencia

En el cuadro 8 se presentan los resultados de la prueba de preferencia, del puré de manzana sometido a diferentes temperaturas y tiempos, en comparación al puré fresco.

Cuadro 8. Resultados de aceptabilidad de acuerdo a la prueba de preferencia.

Características Sensoriales de Puré de Manzana						
Tratamientos	Textura	Color	Sabor	Olor	Total	%
Fresco	<u>27</u>	<u>25</u>	<u>30</u>	<u>24</u>	<u>106</u>	100.00
75 °C						
10 minutos	<u>22</u>	<u>27</u>	<u>21</u>	<u>26</u>	<u>96</u>	90.57
15 minutos	<u>23</u>	<u>27</u>	<u>26</u>	<u>24</u>	<u>100</u>	94.34
20 minutos	<u>30</u>	<u>24</u>	<u>24</u>	<u>22</u>	<u>100</u>	94.34
25 minutos	<u>18</u>	<u>17</u>	<u>19</u>	<u>24</u>	<u>78</u>	73.58
Fresco	<u>44</u>	<u>40</u>	<u>47</u>	<u>33</u>	<u>164</u>	100.00
80 °C						
10 minutos	<u>34</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>37</u>	<u>141</u>	85.98
15 minutos	<u>39</u>	<u>37</u>	<u>38</u>	<u>40</u>	<u>154</u>	93.90
20 minutos	<u>35</u>	<u>37</u>	<u>39</u>	<u>48</u>	<u>159</u>	96.95
25 minutos	<u>43</u>	<u>46</u>	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>162</u>	98.78
Fresco	<u>38</u>	<u>35</u>	<u>41</u>	<u>27</u>	<u>141</u>	95.27
85 °C						
10 minutos	<u>37</u>	<u>40</u>	<u>36</u>	<u>35</u>	<u>148</u>	100.00
15 minutos	<u>38</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>38</u>	<u>146</u>	98.65
20 minutos	<u>31</u>	<u>34</u>	<u>33</u>	<u>40</u>	<u>138</u>	93.24
25 minutos	<u>36</u>	<u>36</u>	<u>35</u>	<u>40</u>	<u>147</u>	99.32
Fresco	<u>44</u>	<u>39</u>	<u>41</u>	<u>40</u>	<u>164</u>	100.00
88 °C						
10 minutos	<u>38</u>	<u>37</u>	<u>38</u>	<u>42</u>	<u>155</u>	94.51
15 minutos	<u>30</u>	<u>34</u>	<u>39</u>	<u>38</u>	<u>141</u>	85.98
20 minutos	<u>37</u>	<u>34</u>	<u>41</u>	<u>35</u>	<u>147</u>	89.63
25 minutos	<u>31</u>	<u>36</u>	<u>21</u>	<u>25</u>	<u>113</u>	68.90

Texto subrayado= Número de juicios

En base al cuadro anterior la muestra fresca es la que tiene mayor preferencia, excepto en la comparación con 85 °C/10 minutos. Cabe mencionar que se

toman en cuenta los resultados de las cuatro características evaluadas, para obtener el porcentaje de preferencia de los jueces.

Realizando la comparación entre tratamientos térmicos, el más preferido fue la tercera temperatura utilizada: 85°C; con el mayor porcentaje de preferencia a 10 minutos (100 %), seguido por 25 minutos (99.32%). La siguiente temperatura que sobresale en preferencia es a 80 °C/25 min (98.78%).

A continuación (cuadro 9) se muestran los resultados en los que se identificaron las características o atributos sensoriales del producto por los jueces aplicando el método de Kruskal-Wallis.

Cuadro 9. Resultados de la prueba de preferencia.

Puré de Manzana				
Características	Evaluaciones			
	75 °C	80 °C	85 °C	88°C
Textura	0.2635 ^{NS}	0.5404 ^{NS}	0.8454 ^{NS}	0.2554 ^{NS}
Color	0.3869 ^{NS}	0.5914 ^{NS}	0.9244 ^{NS}	0.9466 ^{NS}
Sabor	0.3414 ^{NS}	0.4920 ^{NS}	0.8310 ^{NS}	0.0189*
Olor	0.9747 ^{NS}	0.3115 ^{NS}	0.3047 ^{NS}	0.1212 ^{NS}

**NS No Significativo a Pr>0.05, * Significativo a Pr entre 0.01-0.05,
** Altamente significativo a Pr<0.01**

El cuadro anterior muestra que en la mayoría de las evaluaciones los resultados obtenidos no presentan diferencia significativa, ya que las características sensoriales de los productos evaluados no fueron distinguidas en los diferentes tiempos y temperaturas. Excepto en la característica sabor a 88 °C que resultó con diferencia significativa.

El sabor pudo haberse diferenciado ya que, involucra la participación de dos sentidos. Según Wittig, (2001) el sabor se percibe a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor.

4.3 Análisis sensorial utilizando la prueba discriminativa: IR

La boleta de evaluación sensorial que se utilizó para realizar las pruebas a los jueces, para el puré de manzana se muestra en el anexo 2.

Las respuestas fueron analizadas utilizando el índice-R (IR) y mediante una tabla de valores críticos, expresados en porcentaje de IR-50% (anexo 4).

En el cuadro 10 se muestran los resultados de la prueba discriminativa: índice R en forma resumida para el producto, en el anexo 5 se muestra de manera detallada cada resultado.

Cuadro 10. Resultados del índice-R.

No. De jueces	Temp (°C)/ tiempo (min)	Repetición 1 IR (%)	Repetición 2 IR (%)	Media IR (%)	IR-50(%)	Valor Crítico	Detección de Cambio de Sabor
8	75°C/10 min	53.91	53.13	53.52	3.52	29.76	-
8	75°C/15 min	52.34	40.63	46.49	-3.52	29.76	-
8	75°C/20 min	58.59	50.00	54.30	4.30	29.76	-
8	75°C/25 min	75.78	62.50	69.14	19.14	29.76	-
13	80°C/10 min	30.18	49.41	39.80	-10.21	24.62	-
13	80°C/15 min	46.45	40.53	43.49	-6.51	24.62	-
13	80°C/20 min	45.27	36.69	40.98	-9.02	24.62	-
13	80°C/25 min	42.60	47.63	45.12	-4.89	24.62	-
12	85°C/10 min	31.94	53.47	42.71	-7.30	25.44	-
12	85°C/15 min	45.14	42.01	43.58	-6.43	25.44	-
12	85°C/20 min	47.57	47.57	47.57	-2.43	25.44	-
12	85°C/25 min	39.93	39.93	39.93	-10.07	25.44	-
12	88°C/10 min	41.67	35.07	38.37	-11.63	25.44	-
12	88°C/15 min	27.43	28.47	27.95	-22.05	25.44	-
12	88°C/20 min	31.94	35.07	33.51	-16.50	25.44	-
12	88°C/25 min	29.17	22.57	25.87	-24.13	25.44	-

Los valores arriba del valor crítico se consideran significativos del IR. Cabe aclarar que hubo tres valores críticos, debido a que: a 75 °C evaluaron ocho jueces, a 80 °C evaluaron 13 jueces y a 85-88 °C evaluaron 12 jueces. El signo negativo representa no detección del puré de manzana: fresco y sometido a tratamiento térmico.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

A mayor temperatura se degrada la concentración de ácido ascórbico y aumenta la cantidad de sólidos solubles totales por la evaporación de agua.

El puré de manzana sometido a 85 °C/10 minutos fue el preferido por los jueces considerando cada una de las características evaluadas.

Los resultados de preferencia obtenidos por el método de Kruskal-Wallis refleja diferencia significativa, únicamente en cuanto a sabor a 88 °C en los diferentes periodos de tiempo (10, 15, 20 y 25 min).

Al aplicar la prueba o técnica del índice R, no se obtuvieron diferencias entre el puré de manzana fresco y sometido a tratamientos térmicos.

De acuerdo al estudio sensorial y variación de ácido ascórbico, se concluye que la mejor combinación de temperatura y tiempo para el producto es: 85 °C/10minutos, debido a que este tratamiento térmico fue el más preferido por los jueces y presenta una cantidad media aceptable de vitamina C (0.11965mg/ml).

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

En base al trabajo realizado se hacen las siguientes recomendaciones para investigaciones posteriores:

Realizar estudio microbiológico para determinar la optimización del puré de manzana; así como un estudio de vida de anaquel y la efectividad de los tratamientos realizados.

Evaluar la transferencia de calor.

Para realizar las evaluaciones sensoriales, buscar un panel más disponible y homogéneo, sin importar si es necesario prepararlo para las pruebas.

CAPÍTULO VII

7. LITERATURA CITADA

Ackerman, D. (1990). Natural history of senses. Random house. New York.

Anónimo 1. "México mercado de manzanas". [En línea]. Consultado el 12 de octubre de 2009. Disponible en: [<http://www.latinamerican-markets.com/mexico--mercado-de-manzanas>].

Anónimo 2. Clases de manzanas. [En línea]. Consultado el 18 de Noviembre de 2009. Disponible en: [<http://www.botanical-online.com/clasesdemanzanas.htm>].

Anónimo 3. Manzana Golden Delicious. [En línea]. Consultado el 18 de Noviembre de 2009. Disponible en: [<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Manzanagolden.shtml>].

Anónimo 4. Codex Alimentarius. Norma para el puré de manzana. [En línea]. Consultado el 22 de Noviembre de 2009. Disponible en: [http://www.codexalimentarius.net/download/standards/229/CXS_017s.pdf].

Anzaldúa-Morales A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.

A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. EUA.

Badui, S. 1990. Química de los Alimentos. Editorial Alhambra Mexicana 2º edición. México.

Basu, T. K. y Schora, C. J. 1982. Vitamina C in Health and Disease. The Avi Publishing Company, Inc. Gran Bretaña.

Bourne M. C. 1982. Food texture and viscosity concept and measurement. Academic Press. New York.

Brennan, J. G., Butters, J. R., Cowell, N. D. y Lilly, A. E, V. 1981. Food Engineering Operations. Applied Science Publishers Limited. 2º edition. Gran Bretaña.

Carpenter, K. J. 1986. The History of Scurvy and Vitamin C. Cambridge University Press. EUA.

De la Rosa Matildes Alejandra Magaly. 2009. Tesis de nivel licenciatura. Análisis Sensorial de Yogurt Adicionado con Leche de Soya. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Eison-Perchonok, M. H. y Downes, T. W. 1982. Kinetics of Ascorbic Acid Autoxidation as a Function of Dissolved Oxygen Concentration and Temperature. J. Food Sci. 47:765.

Hernández Milacatl Victoria. 2003. Tesis de nivel licenciatura. Cambios en atributos sensoriales y degradación de ácido ascórbico en función de la temperatura en puré y néctar de mango. Universidad de las Américas Puebla.

Hernández Montes Arturo. 2007. Evaluación sensorial de productos agroalimentarios. Chapingo, Texcoco, Estado de México.

Ibáñez, F.C.; Barcina, Y. 2001 Análisis sensorial de alimentos: Métodos y Aplicaciones. Ed. Springer. Barcelona.

Jagtiani, J., Chan, H. T. y Sakai, W. 1988. Tropical Fruit Processing. Academic Press, Inc. EUA.

James, S. J. 1995. Fruits and Vegetables. En Physicochemical Aspects of Food Processing. Editor S. T. Beckett. Blackie Academic & Professional. Gran Bretaña.

Larmond, E. (1977). Laboratory methods for sensory evaluation of foods. Can Dept. Agr. Publ. 1637.

Larmond, E. (1973). Physical requirements for sensory testing. Food Technol. 27, 28.

Lawless, H. T. y Heymann, H. 1999. Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices. Aspen Publishers, Inc. EUA.

Lewis, M. y Heppell N. 2000. Continuous. Thermal Processing of Foods. Aspen Publishers. EUA.

O'Mahony M. 1992. Understanding discrimination tests: A user - friendly treatment of response bias rating and rating R-index test and their relationship to signal detection. J. Sensory Studies 7:1-47.

Ostertag, Carlos Felipe y Rizo, Andrea Juliana. Marzo 2002. Introducción al Valor Agregado. [En línea]. Consultado el 27 de octubre de 2009. Disponible en: [http://www.ciat.cgiar.org/agroempresas/pdf/pdf/valor_agregado.pdf]

Ramaswamy, H. S. y Abbatemarco, C. 1996. Thermal Processing of Fruits. En Processing Fruits: Biology, Principles and Applications. Vol. 1: Biology, Principles, and Applications. Editado por L. P. Somogyi, H. S. Ramaswamy y Y. H. Hui. Technomic Publishing Co., Inc. EUA.

Ramírez Homero y Cepeda Melchor. 1993. El manzano. Trillas: UAAAN. México.

Robertson, G. L. y Samaniego, C. M. L. 1986. Effect of Initial Oxygen Levels on the Degradation of Ascorbic Acid and Browning of Lemon Juice During Storage. J. Food Sci. 51(1):184.

Sancho J., Bota E., de Castro J. J. 2002. Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona, Barcelona España.

Singh, P. R., Heldman, D. R. y Kirk, J. R. 1976. Kinetics of Quality Degradation: Ascorbic Acid Oxidation in Infant Formula During Storage. *J. Food Sci.* 41:304-308.

Somogy, L., Ramaswamy, H. y Hui, Y. 1996. Processing Fruits Science and Technology. Vol. 1. Biology, Principles & Applications. Technomic Publishing Co. EUA.

Ureña Peralta Milber O. y Arrigo Matilde D. 1999. Evaluación Sensorial de los Alimentos Aplicación Didáctica. Lima Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Wittig de Penna Emma. 2001. Evaluación Sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos. Edición Digital con autorización del autor. Disponible en: [http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/index.html].

Woodroof G. P. 1995. Other Methods of Fruit Processing. En Commercial Fruit Processing. Editores J. G. Woodroof y B. S. Luh AVI Publishing Company, Inc. EUA.

Wu, J. S. y Sheu M. J. 1996. Tropical Fruits. Processing Fruits: Science and Technology. Vol. 2: Major Processed Products. Editores L. P. Somogyi, D. M. Barrett y Y. H. Hui. Technomic Publishing Company. USA.

Yoldi, Miguel. 1991. Revista Claridades Agropecuarias. Consultado el 25 de octubre de 2009. 18:00 hrs. Disponible en: [http://www.infoserca.gob.mx/claridades/revistas/027/ca027.pdf#page=3].

CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS

Anexo 1. Primer formato de evaluación sensorial

Nombre _____ Fecha _____

Muestra: _____

Ante usted tiene una serie de muestras (CON ETIQUETA NARANJA), pruebe cada una y ordene de menor a mayor preferencia (1=menor, 5=mayor) de acuerdo a su selección considerando las características que señalan. Recuerde NO tragarse la muestra hay que desecharla y después de cada muestra hay que enjuagarse la boca con agua y desecharla en el recipiente de unicel grande.

Anote el código numérico de cada muestra según su preferencia en cada cuadro, o según su preferencia puede haber empates.

CARACTERISTICA	PREFERENCIA (1=MENOR, 3=MAYOR)				
	1	2	3	4	5
Textura					
Color					
Olor					
Sabor					

TE AGRADECEMOS POR TU VALIOSA COLABORACIÓN.

Anexo 2. Segundo formato de evaluación sensorial

Nombre _____ Fecha _____

Pruebe las muestras de puré en el orden en que se le presentan y responda de acuerdo a la opción que mejor la defina. Entre cada muestra debe enjuagarse nuevamente la boca y expectorarla. Por favor no se trague el agua.

Anote el número de la muestra en el casillero correspondiente.

Posibles respuestas:	Número de la(s) muestra(s)
Estoy seguro(a) que el puré es fresco.	
Creo que el puré es fresco pero no estoy seguro(a).	
Creo que el puré fue sometido a tratamiento térmico pero no estoy seguro (a).	
Estoy seguro(a) que el puré fue sometido a tratamiento térmico.	

Ahora pruebe las siguientes muestras de puré y responda de acuerdo a la opción que mejor la defina. Entre cada muestra debe enjuagarse nuevamente la boca y expectorarla. Por favor no se trague el agua.

Anote el número de la muestra en el casillero correspondiente.

Posibles respuestas:	Número de la(s) muestra(s)
Estoy seguro(a) que el puré es fresco.	
Creo que el puré es fresco pero no estoy seguro(a).	
Creo que el puré fue sometido a tratamiento térmico pero no estoy seguro (a).	
Estoy seguro(a) que el puré fue sometido a tratamiento térmico.	

GRACIAS POR TU VALIOSA COLABORACIÓN.

Anexo 3. Resultados del análisis estadístico

Sistema SAS

Domingo 12:11 hrs, 29 de Noviembre de 2009, 1

Obs	a	b	r	y1	y2	y3	y4
1	20	10	1	3.933	33.7	0.1206	0.1833
2	20	10	2	4.089	36.0	0.1240	0.1833
3	20	10	3	4.054	35.9	0.1273	0.2200
4	20	10	4	4.072	35.9	0.1273	0.1833
5	20	15	1	4.377	36.2	0.1273	0.1803
6	20	15	2	4.386	36.1	0.1240	0.1818
7	20	15	3	4.391	36.2	0.1240	0.1803
8	20	15	4	4.356	36.0	0.1240	0.1833
9	20	20	1	4.372	36.0	0.1273	0.1467
10	20	20	2	4.364	36.0	0.1240	0.1833
11	20	20	3	4.467	36.5	0.1240	0.1467
12	20	20	4	4.470	36.5	0.1273	0.1492
13	20	25	1	4.391	36.2	0.1273	0.1803
14	20	25	2	4.356	36.0	0.1273	0.1833
15	20	25	3	4.372	36.0	0.1273	0.1803
16	20	25	4	4.364	36.0	0.1273	0.1833
17	75	10	1	4.138	33.8	0.1240	0.1833
18	75	10	2	4.026	36.5	0.1072	0.1467
19	75	10	3	4.024	36.4	0.1072	0.1492
20	75	10	4	4.025	36.4	0.1139	0.1467
21	75	15	1	4.445	35.0	0.1240	0.1082
22	75	15	2	3.992	36.8	0.1139	0.1100
23	75	15	3	3.994	36.4	0.1139	0.1467
24	75	15	4	3.887	36.4	0.1206	0.1100
25	75	20	1	3.980	36.0	0.1273	0.1100
26	75	20	2	4.054	37.7	0.1139	0.1467
27	75	20	3	4.076	37.2	0.1139	0.1109
28	75	20	4	4.070	37.2	0.1139	0.1100
29	75	25	1	4.050	38.5	0.1240	0.1100
30	75	25	2	4.059	38.4	0.1206	0.1100
31	75	25	3	4.062	38.2	0.1206	0.1100
32	75	25	4	4.050	38.2	0.1273	0.1100
33	80	10	1	3.958	38.5	0.1206	0.1100
34	80	10	2	4.406	38.1	0.1072	0.1833
35	80	10	3	4.365	38.2	0.1072	0.1443
36	80	10	4	4.370	38.2	0.1139	0.1100
37	80	15	1	3.930	38.8	0.1273	0.1100
38	80	15	2	4.337	38.5	0.1072	0.1467
39	80	15	3	4.341	38.6	0.1005	0.1467
40	80	15	4	4.342	38.6	0.1139	0.1091
41	80	20	1	3.970	38.9	0.1139	0.1109
42	80	20	2	4.293	38.9	0.1072	0.1443
43	80	20	3	4.306	39.0	0.1139	0.1100
44	80	20	4	4.298	39.0	0.1139	0.1100
45	80	25	1	3.958	39.0	0.1139	0.1467
46	80	25	2	4.305	39.7	0.1072	0.1100
47	80	25	3	4.310	39.8	0.1139	0.1100

48	80	25	4	4.305	39.7	0.1139	0.1100
49	85	10	1	3.914	36.1	0.1173	0.1467
50	85	10	2	4.336	37.1	0.1005	0.1100
51	85	10	3	4.346	37.2	0.1072	0.1119
52	85	10	4	4.347	37.1	0.1139	0.1100
53	85	15	1	3.742	38.0	0.1206	0.1119
54	85	15	2	4.355	38.0	0.1139	0.1443
55	85	15	3	4.358	38.1	0.1005	0.1100
56	85	15	4	4.356	38.0	0.1139	0.1100
57	85	20	1	3.963	39.3	0.1139	0.1467
58	85	20	2	4.327	38.5	0.1072	0.1100
59	85	20	3	4.332	39.0	0.1173	0.1100
60	85	20	4	4.330	38.5	0.1173	0.1100
61	85	25	1	3.733	39.6	0.1173	0.1443
62	85	25	2	4.351	38.9	0.1139	0.1100
63	85	25	3	4.346	38.9	0.1139	0.1100
64	85	25	4	4.350	38.9	0.1139	0.1100
65	88	10	1	4.020	36.9	0.1106	0.1100
66	88	10	2	4.413	38.2	0.1139	0.1082
67	88	10	3	4.415	38.2	0.1139	0.1119
68	88	10	4	4.413	38.2	0.1072	0.1100
69	88	15	1	4.040	37.4	0.1173	0.1119
70	88	15	2	4.418	39.3	0.1139	0.1100
71	88	15	3	4.415	39.4	0.1072	0.1082
72	88	15	4	4.416	39.3	0.1072	0.1100
73	88	20	1	4.035	38.6	0.1072	0.1100
74	88	20	2	4.406	40.0	0.1072	0.1100
75	88	20	3	4.409	40.1	0.1139	0.0733
76	88	20	4	4.407	40.1	0.1072	0.1100
77	88	25	1	4.027	39.9	0.1005	0.0746
78	88	25	2	4.413	41.1	0.1072	0.0733
79	88	25	3	4.411	41.1	0.1072	0.0746
80	88	25	4	4.413	41.1	0.1005	0.1100

Sistema SAS

Domingo 12:11 hrs, 29 de Noviembre de 2009, 3

ANOVA			
Información de niveles para cada factor			
Factor	Niveles	Valor	
A	5	20	75 80 85 88
B	4	10	15 20 25
R	4	1	2 3 4
Número de observaciones		80	

Símbología	
Fuentes de Variación	FV
Grados de Libertad	GL
Suma de Cuadrados	SC
Cuadrados Medios	CM

ANOVA

Variable dependiente: y1

FV	GL	SC	CM	Valor F	Pr > F
Modelo	19	1.06920514	0.05627395	1.77	0.0484
Error	60	1.90550025	0.03175834		
Total	79	2.97470539			

Coeficiente de Variación 4.216747

FV	GL	Anova SC	CM	Valor F	Pr > F
a	4	0.67528820	0.16882205	5.32	0.0010
b	3	0.05196724	0.01732241	0.55	0.6531
a*b	12	0.34194970	0.02849581	0.90	0.5546

ANOVA					
Variable dependiente: y2					
FV	GL	SC	CM	Valor F	Pr > F
Modelo	19	177.6323750	9.3490724	25.79	<.0001
Error	60	21.7525000	0.3625417		
Total	79	199.3848750			
Coefficiente de Variación				1.591895	
FV	GL	Anova SC	CM	Valor F	Pr > F
a	4	126.4117500	31.6029375	87.17	<.0001
b	3	40.8553750	13.6184583	37.56	<.0001
a*b	12	10.3652500	0.8637708	2.38	0.0138

ANOVA					
Variable dependiente: y3					
FV	GL	SC	CM	Valor F	Pr > F
Modelo	19	0.00317109	0.00016690	5.87	<.0001
Error	60	0.00170630	0.00002844		
Total	79	0.00487739			
Coefficiente de Variación				4.618761	
FV	GL	Anova SC	CM	Valor F	Pr > F
a	4	0.00273932	0.00068483	24.08	<.0001
b	3	0.00004406	0.00001469	0.52	0.6726
a*b	12	0.00038771	0.00003231	1.14	0.3495

ANOVA

Variable dependiente: y4

FV	GL	SC	CM	Valor F	Pr > F
Modelo	19	0.06354864	0.00334467	11.39	<.0001
Error	60	0.01761668	0.00029361		
Total	79	0.08116532			

Coeficiente de Variación 13.17970

FV	GL	Anova SC	CM	Valor F	Pr > F
a	4	0.05280998	0.01320250	44.97	<.0001
b	3	0.00559084	0.00186361	6.35	0.0008
a*b	12	0.00514782	0.00042899	1.46	0.1648

Símbología							
M DE				Media Desviación Estandar			
ANOVA							
Nivel de							
a	N	-----y1-----		-----y2-----		-----y3-----	
		M	DE	M	DE	M	DE
20	16	4.30087500	0.16395238	35.9500000	0.62716292	0.12564375	0.00210300
75	16	4.05825000	0.11657415	36.8187500	1.26765860	0.11788750	0.00650742
80	16	4.23712500	0.17163717	38.8437500	0.52911089	0.11222500	0.00623736
85	16	4.21787500	0.23274045	38.2000000	0.94586821	0.11265625	0.00586105
88	16	4.31693750	0.17087167	39.3062500	1.29998397	0.10888125	0.00474471
Nivel de							
a	N	-----y4-----					
		M	DE				
20	16	0.17804375	0.01786061				
75	16	0.12615000	0.02327800				
80	16	0.12575000	0.02280228				
85	16	0.11911250	0.01575939				
88	16	0.10100000	0.01616127				
Nivel de							
b	N	-----y1-----		-----y2-----		-----y3-----	
		M	DE	M	DE	M	DE
10	20	4.18320000	0.18933279	36.8300000	1.38567863	0.11424500	0.00768419
15	20	4.24390000	0.21917306	37.5550000	1.31808274	0.11575500	0.00825090
20	20	4.24645000	0.17840093	38.1500000	1.40319185	0.11558500	0.00700934
25	20	4.23130000	0.19523753	38.7600000	1.64841231	0.11625000	0.00883918
Nivel de							
b	N	-----y4-----					
		M	DE				
10	20	0.14310500	0.03539989				
15	20	0.13147000	0.02940172				
20	20	0.12293500	0.02457620				
25	20	0.12253500	0.03544011				
Nivel de							
a	Nivel de	-----y1-----		-----y2-----			
	b	N	M	DE	M	DE	
20	10	4	4.03700000	0.07079077	35.3750000	1.11766125	
20	15	4	4.37750000	0.01545962	36.1250000	0.09574271	
Nivel de							
a	Nivel de	-----y3-----		-----y4-----			
	b	N	M	DE	M	DE	
20	10	4	0.12480000	0.00320312	0.19247500	0.01835000	
20	15	4	0.12482500	0.00165000	0.18142500	0.00143614	

ANOVA						
Nivel de a	Nivel de b	N	-----y1-----		-----y2-----	
			M	DE	M	DE
20	20	4	4.41825000	0.05812845	36.2500000	0.28867513
20	25	4	4.37075000	0.01499722	36.0500000	0.10000000
75	10	4	4.05325000	0.05650590	35.7750000	1.31751028
75	15	4	4.07950000	0.24873882	36.1500000	0.78951462
75	20	4	4.04500000	0.04431704	37.0250000	0.72284161
75	25	4	4.05525000	0.00618466	38.3250000	0.15000000
80	10	4	4.27475000	0.21195499	38.2500000	0.17320508
80	15	4	4.23750000	0.20501138	38.6250000	0.12583057
80	20	4	4.21675000	0.16458711	38.9500000	0.05773503
80	25	4	4.21950000	0.17434927	39.5500000	0.36968455
85	10	4	4.23575000	0.21455749	36.8750000	0.51881275
85	15	4	4.20275000	0.30716920	38.0250000	0.05000000
85	20	4	4.23800000	0.18334485	38.8250000	0.39475731
85	25	4	4.19500000	0.30800758	39.0750000	0.35000000
88	10	4	4.31525000	0.19683559	37.8750000	0.65000000
88	15	4	4.32225000	0.18817080	38.8500000	0.96781541
88	20	4	4.31425000	0.18617084	39.7000000	0.73484692
88	25	4	4.31600000	0.19266897	40.8000000	0.60000000
Nivel de a	Nivel de b	N	-----y3-----		-----y4-----	
			M	DE	M	DE
20	20	4	0.12565000	0.00190526	0.15647500	0.01792212
20	25	4	0.12730000	0.00000000	0.18180000	0.00173205
75	10	4	0.11307500	0.00793867	0.15647500	0.01792212
75	15	4	0.11810000	0.00504447	0.11872500	0.01866929
75	20	4	0.11725000	0.00670000	0.11940000	0.01820494
75	25	4	0.12312500	0.00321183	0.11000000	0.00000000
80	10	4	0.11222500	0.00641476	0.13690000	0.03490435
80	15	4	0.11222500	0.01144243	0.12812500	0.02145171
80	20	4	0.11222500	0.00335000	0.11880000	0.01700529
80	25	4	0.11222500	0.00335000	0.11917500	0.01835000
85	10	4	0.10972500	0.00744508	0.11965000	0.01805556
85	15	4	0.11222500	0.00843065	0.11905000	0.01685714
85	20	4	0.11392500	0.00476121	0.11917500	0.01835000
85	25	4	0.11475000	0.00170000	0.11857500	0.01715000
88	10	4	0.11140000	0.00320312	0.11002500	0.00151079
88	15	4	0.11140000	0.00504447	0.11002500	0.00151079
88	20	4	0.10887500	0.00335000	0.10082500	0.01835000
88	25	4	0.10385000	0.00386825	0.08312500	0.01792714

Anexo 4. Valores críticos expresados en porcentaje de IR-50%

$\alpha = (1 \text{ cola})$	0.200	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	0.001
$\alpha = (2 \text{ colas})$	0.400	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010	0.002
N	%	%	%	%	%	%	%
5	19.39	26.98	31.76	35.00	37.91	39.49	41.98
6	17.61	24.86	29.63	32.96	36.05	37.76	40.51
7	16.25	23.18	27.87	31.24	34.43	36.23	39.18
8	16.16	21.80	26.40	29.76	33.02	34.88	37.98
9	14.26	20.64	25.14	28.48	31.76	33.67	36.88
10	13.51	19.64	24.04	27.35	30.64	32.57	35.88
11	12.86	18.78	23.07	26.34	29.63	31.58	34.95
12	12.30	18.02	22.22	25.44	28.71	30.67	34.08
13	11.80	17.35	21.45	24.62	27.88	29.83	33.28
14	11.37	16.75	20.75	23.88	27.11	29.07	32.54
15	10.97	16.20	20.12	23.20	26.40	28.35	31.84
16	10.62	15.71	19.55	22.58	25.75	27.69	31.18
17	10.29	15.26	19.02	22.00	25.14	27.07	30.57
18	10.00	14.84	18.53	21.47	24.57	26.49	29.99
19	9.73	14.46	18.07	20.97	24.04	25.95	29.44
20	9.48	14.10	17.65	20.50	23.54	25.44	28.92
21	9.25	13.77	17.26	20.07	23.07	24.96	28.42
22	9.03	13.47	16.89	19.66	22.63	24.50	27.95
23	8.83	13.18	16.55	19.28	22.22	24.07	27.50
24	8.64	12.91	16.22	18.92	21.82	23.66	27.08
25	8.47	12.65	15.91	18.57	21.45	23.27	26.68
26	8.30	12.41	15.62	18.25	21.09	22.90	26.29
27	8.14	12.19	15.35	17.94	20.75	22.54	25.91
28	7.99	11.97	15.09	17.65	20.43	22.21	25.56
29	7.85	11.77	14.84	17.37	20.12	21.88	25.21
30	7.72	11.58	14.61	17.10	19.83	21.57	24.89
31	7.59	11.39	14.38	16.85	19.55	21.28	24.57
32	7.47	11.22	14.17	16.60	19.28	20.99	24.26
33	7.36	11.05	13.96	16.37	19.02	20.72	23.97
34	7.25	10.89	13.76	16.15	18.77	20.46	23.69
35	7.14	10.73	13.57	15.93	18.53	20.20	23.41
36	7.04	10.59	13.39	15.72	18.30	19.96	23.15
37	6.95	10.44	13.22	15.53	18.08	19.72	22.89
38	6.85	10.31	13.05	15.33	17.86	19.50	22.65
39	6.76	10.18	12.89	15.15	17.65	19.28	22.41
40	6.68	10.05	12.74	14.97	17.45	19.07	22.18
45	6.29	9.48	12.03	14.17	16.55	18.10	21.11
50	5.97	9.00	11.44	13.48	15.77	17.27	20.19
55	5.69	8.59	10.92	12.89	15.09	16.54	19.38
60	5.45	8.23	10.47	12.36	14.49	15.90	18.66
65	5.23	7.91	10.07	11.90	13.96	15.32	18.02
70	5.04	7.62	9.71	11.48	13.48	14.85	17.43
75	4.87	7.37	9.39	11.11	13.05	14.34	16.90
80	4.71	7.14	9.10	10.77	12.66	13.92	16.42
85	4.57	6.92	8.83	10.46	12.30	13.53	15.90
90	4.44	6.73	8.59	10.17	11.97	13.17	15.56
95	4.32	6.55	8.36	9.91	11.67	12.84	15.18
100	4.21	6.39	8.16	9.66	11.38	12.53	14.83

Anexo 5. Respuestas de los jueces a la evaluación sensorial de puré de manzana

Simbología de los tratamientos, tiempo en minutos.

Puré	S1	S2	S3	S4
75 °C	10 min	15 min	20 min	25 min
80 °C				
85 °C				
88 °C				

Puré fresco	R
-------------	---

75 °C

Primera repetición.

	S	S?	R?	R	% IR
S1	1	2	3	2	53.91
S2	0	3	3	2	52.34
S3	1	2	4	1	58.59
S4	4	1	3	0	75.78
R	1	1	4	2	

Segunda repetición.

	S	S?	R?	R	% IR
S1	1	5	0	2	53.13
S2	1	1	4	2	40.63
S3	2	1	4	1	50.00
S4	2	4	2	0	62.50
R	2	2	2	2	

80 °C

Primera repetición.

	S	S?	R?	R	% IR
S1	1	3	4	5	30.18
S2	4	3	3	3	46.45
S3	2	6	3	2	45.27
S4	2	4	6	1	42.60
R	4	4	3	2	

Segunda repetición.

	S	S?	R?	R	% IR
S1	3	4	5	1	49.41
S2	2	4	3	4	40.53
S3	1	5	2	5	36.69
S4	3	4	4	2	47.63
R	5	2	3	3	

85 °C

Primera repetición.

	S	S?	R?	R	% IR
S1	0	4	4	4	31.94
S2	0	8	3	1	45.14
S3	3	4	3	2	47.57
S4	4	1	2	5	39.93
R	5	1	4	2	

Segunda repetición.

	S	S?	R?	R	% IR
S1	5	3	2	2	53.47
S2	0	5	7	0	42.01
S3	3	4	3	2	47.57
S4	4	1	2	5	39.93
R	5	1	4	2	

88 °C

Primera repetición.

	S	S?	R?	R	% IR
S1	2	7	2	1	41.67
S2	0	5	5	2	27.43
S3	3	1	3	5	31.94
S4	1	5	1	5	29.17
R	5	4	1	2	

Segunda repetición.

	S	S?	R?	R	% IR
S1	1	9	2	0	35.07
S2	0	5	7	0	28.47
S3	4	0	3	5	35.07
S4	0	4	3	5	22.57
R	7	2	0	3	