



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

CENTRO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS

“EVALUACIÓN DE LA CONGELACIÓN DEL JUGO DE TUNA  
COMO MÉTODO ALTERNATIVO DE CONSERVACIÓN”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

*QUÍMICO EN ALIMENTOS*

PRESENTA:

LIZBETH GARCÍA ROMERO

ASESORAS:

Dra. ELIZABETH CONTRERAS LÓPEZ  
Dra. JUDITH JAIMEZ ORDAZ



PACHUCA DE SOTO, HIDALGO

Febrero 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
LICENCIATURA EN QUÍMICA EN ALIMENTOS

M en A. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO,  
DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR  
DE LA U.A.E.H.,  
Presente:

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado a la pasante de la Licenciatura en Química en Alimentos **Lizbeth García Romero**, quien presenta el trabajo de titulación "**Evaluación de la congelación del jugo de tuna como método alternativo de conservación**" después de revisar el trabajo en reunión de Sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

PRESIDENTE: Q.F.B. Álvaro Cerón Beltrán

PRIMER VOCAL: Dra. Elizabeth Contreras López

SEGUNDO VOCAL: Dra. Judith Jaimez Ordaz

TERCER VOCAL: M. En C. Araceli Sierra Zenteno

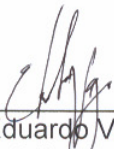
SECRETARIO: Dra. Rosa Icela Beltrán  
Hernández

PRIMER SUPLENTE: Dra. Ma. Angélica Gutiérrez  
Nava

SEGUNDO SUPLENTE: Q.A. Eduardo Vega Barrios

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE  
"Amor, Orden y Progreso"  
Pachuca Hidalgo, 10 de Febrero del 2006.

  
\_\_\_\_\_  
Q.A. Eduardo Vega Barrios  
Coordinador Adjunto de la Licenciatura  
en Química en Alimentos

Este trabajo fue presentado en los siguientes congresos:

XXXIV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

En el mes de septiembre del 2003, Pachuca, Hidalgo.

En la modalidad de presentación en póster: “Evaluación de la congelación del jugo de tuna como método alternativo de conservación”.

Parte de los resultados de este trabajo fueron presentados en el congreso internacional.

Food Science and Food Biotechnology in developing countries

En el periodo del 20-23 de junio del 2004, Durango, Durango. México

En la modalidad de presentación oral: “Sensorial properties of prickly pear juices (*Opuntia albicarpa* y *Opuntia robusta*) stored for 8 months at low temperatures”.

Parte de los resultados de este trabajo fueron presentados en el XVIII Congreso Nacional de Química Analítica

En el mes de julio del 2004, Pachuca, Hidalgo.

En la modalidad de presentación en póster: “Influencia de la congelación sobre el contenido de azúcares del jugo de tuna”.



Esta investigación forma parte del proyecto PAU 2003 titulado *“Evaluación de la congelación del jugo de tuna como método alternativo de conservación”*.

El financiamiento para su realización, ha sido otorgado por la **Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo**.

Esta investigación se llevó a cabo en el **Laboratorio de Alimentos 2**, del Centro de Investigaciones Químicas, de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.



# Dedicatorias

*A mis padres:  
Erasmó García  
y Ma. de Lourdes Romero*

*Quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: Amor.*

*Quienes sin estimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida, me han formado y educado.*

*A quienes la ilusión de su existencia ha sido verme convertida en una persona de provecho. Y a quienes nunca podré pagar todo lo que hacen por m, ni con las riquezas más grandes del mundo.*

*Papá, Mamá, éste es uno de nuestros logros. Por todo y más. ¡Gracias!*

*A Giovanni.*

*Por estar en todos los momentos de mi vida y mostrarme que no se esta solo, cuando se cuenta con personas como tú. Te amo y lograremos nuestras metas juntos.*

# Agradecimientos

*A Dios, por darme la vida y permitirme estar con los mejores padres del mundo, gracias por cuidarme cada día y hacer que encontrará en mi camino las personas y situaciones correctas para concluir ésta etapa de mi vida, mi Título profesional.*

*A la Dra. Liz, gracias por confiar en mí, y por darme la oportunidad de ser una de sus tesis, así como también por su tiempo, ayuda, comprensión y consejos brindados.*

*A la Dra. Judith. Por toda su ayuda (mucho) y comprensión en la elaboración y redacción de mi tesis y por enseñarme el mundo de la evaluación sensorial.*

*A las dos quiero decirles que mil gracias por todo lo que he aprendido a lado de ustedes.*

*A mis sinodales, por mostrarme mis errores y ayudarme a corregirlos.*

*A todas mis compañeras de la primera generación de Química en Alimentos, en especial a mis amigas Karol, Claudia, Zenia, Angélica, Izmalzin y Mariana, gracias por todos los momentos que compartimos durante la carrera.*

*Nuevamente les agradezco a mis padres por su cariño, comprensión y apoyo incondicional, por enseñarme a luchar por mis ideales y a ser fuerte con los obstáculos que me pone la vida.*

*A Itzel y Joan, gracias por su comprensión, cariño y por compartir conmigo alegrías, travesuras y tristezas, quiero que nunca nadie rompa la unión que hay entre nosotros, cuidense mucho, y ya saben que cuentan conmigo siempre.*

*Y por supuesto que no podía faltar en esta hoja Giovanni, mi amor, muchas gracias por todo el apoyo que me brindaste y el conocimiento que compartiste en la elaboración de mi tesis. Gracias por estar ahí cuando más te necesitaba, nunca podré terminar de agradecerte todo lo que has hecho por mí. Gracias por tus palabras de optimismo, cuando me encontraba triste y desesperada, solo tú sabes todos los inconvenientes que pasamos cuando estuvimos redactando mi tesis. Finalmente gracias por acompañarme a diferentes lugares, que nunca hubiéramos imaginado que iríamos, aunque con un poco de temor pero lo hicimos. Por esto y más. ¡Mil gracias!*

*A la Universidad Autónoma de estado de Hidalgo, institución que me dio la oportunidad de ser parte de ésta misma y a sí permitirme cumplir una de mis metas.*

## ÍNDICE

<b>1. Introducción</b>	1
<b>2. Antecedentes</b>	2
<b>2.1 Producción de tuna en México</b>	2
<b>2.2 Características del nopal y la tuna</b>	3
<b>2.2.1 El nopal</b>	3
a. Clasificación botánica de las <i>Opuntias</i>	3
b. Descripción de la planta	4
c. Reproducción	6
<b>2.2.2 La tuna</b>	6
a. Definición	6
b. Composición química de la tuna y del jugo de tuna	8
c. Productos derivados de la tuna	9
<b>2.3 La congelación</b>	10
<b>2.3.1 El proceso de congelación</b>	10
a. Enfriamiento	10
b. Nucleación	10
c. Crecimiento de los cristales	11
<b>2.3.2 Definición de producto congelado</b>	11
<b>2.4 Efectos de la congelación sobre los alimentos</b>	11
a. Daños provocados por el incremento del volumen del agua	12
b. Daños provocados por la migración del agua	12
c. Influencia de la congelación sobre la flora de los alimentos	13
<b>2.5 Modificaciones de calidad del producto durante su almacenamiento en congelación</b>	14
a. Alteraciones de la calidad debidas a fenómenos físicos	14
b. Alteraciones en la calidad debidas a fenómenos químicos	14
<b>2.6 Efecto combinado del tiempo y de la temperatura durante el almacenamiento</b>	15
<b>2.7 Evaluación sensorial</b>	16
2.7.1 Definición	16
2.7.2 Usos y aplicación de la evaluación sensorial	17
2.7.3 Mediciones sensoriales	18
<b>2.8 Pruebas sensoriales</b>	20
a. Pruebas de sensibilidad	20
b. Pruebas de diferencias	20
c. Pruebas descriptivas	21

-Pruebas descriptivas simples	22
-Pruebas descriptivas cuantitativas y perfiles sensoriales	22
1) Formación del panel de catadores	24
2) Búsqueda del mayor número posible de términos descriptores	24
3) Reducción de la lista de descriptores	25
4) Elección de productos o sustancias de referencia	26
5) Entrenamiento del panel empleando la lista reducida y las referencias	26
6) Elaboración del perfil sensorial	27
<b>d. Ejemplos de escalas que se utilizan en evaluación sensorial</b>	27
1. Calificación con escalas no-estructuradas	27
2. Calificación por medio de escalas de intervalo	27
3. Calificación por medio de escalas estándar	28
4. Calificación proporcional (estimación de magnitud)	28
<b>3. Objetivos</b>	29
<b>4. Metodología</b>	30
<b>4.1 Población y muestra. Cálculo del tamaño de la muestra</b>	30
<b>4.2 Preparación de las muestras de jugo de tuna</b>	32
4.2.1 Preparación, congelación y descongelación del jugo de tuna	33
<b>4.3 Análisis fisicoquímicos</b>	33
4.3.1 Análisis bromatológico de los jugos de tuna <i>O. albicarpa</i> y <i>O. robusta</i>	33
a. Determinación de humedad	33
b. Determinación de cenizas	34
c. Determinación de proteínas	34
4.3.2 Determinación del contenido de azúcares en los jugos de tuna <i>O. albicarpa (blanca)</i> y <i>O. robusta (roja)</i> , almacenados durante 8 meses a -10 y -20°C por HPLC	35
a. Preparación de las muestras	35
b. Condiciones de análisis de las muestras	36
<b>4.4 Análisis sensorial</b>	36
4.4.1 Metodología	36
4.4.2 Construcción del perfil sensorial de los jugos frescos de tuna de <i>O. albicarpa</i> y <i>O. robusta</i>	37
4.4.3 Evolución de la calidad sensorial de los jugos de tuna a lo largo del almacenamiento (8 meses a -10 y -20°C)	38
4.4.3.1 Técnica empleada para medir olor	39
4.4.3.2 Prueba sensorial “A-NoA” de los jugos de tuna durante el almacenamiento	39
a. Principio	39
b. Procedimiento	40
c. Presentación de las muestras	40
<b>5. Resultados y discusión</b>	42

<b>5.1 Análisis fisicoquímico</b>	<b>42</b>
5.1.1 Análisis bromatológico de los jugos de tuna de <i>O. albicarpa</i> (blanca) y de <i>O. robusta</i> (roja)	42
a. Humedad	42
b. Cenizas	43
c. Proteína	44
d. Fibra	44
5.1.2 Contenido de azúcares en los jugos de tuna de <i>O. albicarpa</i> (blanca) y de <i>O. robusta</i> (roja)	45
a. Contenido de azúcares en los jugos frescos de tuna de <i>O. albicarpa</i> y <i>O. robusta</i>	45
b. Contenido de azúcares en el jugo de tuna roja ( <i>O. robusta</i> ) almacenada durante 8 meses a -10 y -20 °C	46
c. Contenido de azúcares en el jugo de tuna blanca ( <i>O. albicarpa</i> ) almacenada durante 8 meses a -10 y -20 °C	48
<b>5.2 Análisis sensorial</b>	<b>50</b>
5.2.1 Reclutamiento, selección y entrenamiento de jueces	50
a. Reclutamiento	50
b. Selección	50
c. Entrenamiento	51
d. Evaluación de los jugos de tuna por los jueces entrenados	53
<b>5.3 Control de la eficacia de los jueces</b>	<b>53</b>
<b>5.4 Construcción de perfiles sensoriales</b>	<b>53</b>
5.4.1 Construcción del perfil sensorial de olor de los jugos de tuna fresca	53
5.4.2 Sensaciones gustativas de los jugos de tuna frescos	55
5.4.3 Evolución del perfil de olor de los jugos de tuna a lo largo de 8 meses de almacenamiento a -10 y -20 °C	57
a. Jugo de tuna blanca	57
b. Jugo de tuna roja	59
<b>6. Conclusiones</b>	<b>63</b>
<b>7. Perspectivas</b>	<b>64</b>
<b>8. Bibliografía</b>	<b>65</b>
<b>Apéndice I Análisis sensorial. Metodología. Prueba "A"- "No A"</b>	<b>71</b>
<b>Apéndice II Análisis sensorial. Metodología. Método para establecer el perfil olfato-gustativo</b>	<b>80</b>
<b>Apéndice III Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces</b>	<b>88</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

México es el principal productor de tuna en el mundo con 79.4% de la producción, seguido por Italia con 12.2% y Sudáfrica con 3.7%. En nuestro país, el Estado de Hidalgo se ubica como el tercer productor de tuna, después del Estado de México y Zacatecas. Este recurso representa una fuente importante de ingresos para los pobladores de zonas áridas y semiáridas, como es el caso de algunos municipios de Hidalgo. La gran variedad de especies comestibles existentes en el estado, hacen de este fruto un enorme potencial para su explotación. Tan solo en 30 comunidades del Valle del Mezquital han sido detectadas 8 especies de nopal tunero (Filardo, 2002).

La mayor parte de la producción de tuna se vende en fresco y sólo un bajo porcentaje es procesado para la elaboración de bebidas, queso de tuna, etc. Sin embargo, se estima que hay una pérdida del 30% de la producción de tuna, (Sistema de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) Sagarpa, 2001) debido principalmente a la falta de comercialización e industrialización. A fin de evitar esta pérdida, en el presente trabajo se propone la congelación del jugo de tuna como método de conservación a fin de proteger sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales por un período de tiempo prolongado.

La congelación está considerada como uno de los mejores métodos de conservación de alimentos. El principio de esta técnica se basa en la inmovilización, bajo forma de hielo, del agua disponible y sobre una conservación a baja temperatura. En estas condiciones de concentración y temperatura, la velocidad de las diferentes reacciones de degradación (físicas, químicas y enzimáticas) es reducida y controlada por la movilidad de los reactantes. Esto hace que las características originales del alimento sean relativamente poco alteradas durante un período de almacenamiento prolongado.

En este trabajo se evaluó la evolución de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del jugo de tuna de dos especies de tunas (*Opuntia albicarpa* y *Opuntia robusta*) almacenadas durante un periodo de tiempo prolongado a bajas temperaturas



## 2. ANTECEDENTES

### 2.1. PRODUCCIÓN DE TUNA EN MÉXICO

En México, son tres las zonas productoras de tuna más importantes, constituidas a su vez por nueve estados (tabla 1).

Zona	Estados
Sur	Puebla y Oaxaca
Centro	Hidalgo y Estado de México
Centro-norte	Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato y Aguascalientes

Tabla 1. Principales zonas productoras de tuna en México (SAGARPA, 2001)

De acuerdo a datos del SIAP, SAGARPA, en el período de 1990 a 1999 se produjeron alrededor de dos millones de toneladas de tuna. De éstas, 42.3% fueron producidas por el Estado de México, 30.9% por Zacatecas, 8.1% por Hidalgo, 5.0% por San Luis Potosí y el 6.2% restante, por otros estados de la República Mexicana. Estos datos sitúan al Estado de Hidalgo como el tercer productor de tuna a nivel nacional (SAGARPA, 2001).

Según cifras del Sistema de Información Comercial Mexicano de la Secretaría de Economía, en el período comprendido de 1998 a 2001, México exportó 3,374 toneladas de tuna.

Los principales destinos de exportación de tuna son: Estados Unidos (39.5 %), Bélgica (26.9 %), España (8.6 %), Alemania (7.8 %) y Holanda (5.3%) (SAGARPA, 2001).

En México, el consumo *per capita* de tuna se ha incrementado en los últimos años de manera importante hasta alcanzar los 3 kilogramos/habitante, por año (SAGARPA, 2001).

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DEL NOPAL Y LA TUNA

### 2.2.1. EL NOPAL

El nopal pertenece a la familia de las cactáceas y originario del continente Americano, distribuido en México y en todo el hemisferio Americano, crece en otras partes del mundo, tales como África, Australia y en el Mediterráneo (Piga, 2004).

En América del Norte se localizan 92 géneros de cactáceas y en América del Sur sólo 51. De las localizadas en América del Norte, 61 géneros existen en México y 31 en Estados Unidos; esta distribución ubica a México como centro de distribución (Bravo, 1978)

#### a. Clasificación Botánica de las *Opuntias*

En México, por nopales se identifica a plantas de la familia de las Cactáceas del subgénero *Opuntia*; González *et al.*, (2001) han reportado una clasificación taxonómica del nopal basada en el sistema de clasificación de la familia cactácea propuesto por Barthlott y Hunt en 1993 (tabla 2).

Nombre común	Nopal o chumbera
Reino	Vegetal
Subreino	Embriophyta
Género	<i>Opuntia</i>
Subgénero	<i>Opuntia</i>
División	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Dialipétalas
Orden	Cactales u Opuntiales
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Opuntioideae
Subfamilia	Cactoideae
Subfamilia	Pereskioideae

Tabla 2 Clasificación taxonómica del nopal.

**b. Descripción de la planta**

La altura de la planta varía de menos de 30 cm hasta 2 m, así como el cladodio (penca) varía en lo largo, ancho, forma y color. El tallo es ramificado, de color verde (figura.1); su tronco está formado por pencas aplanadas. Las flores varían del amarillo al rojo; dando un fruto de color verde, rojo o púrpura, llamado comúnmente tuna. Son plantas xerófitas, suculentas, muy resistentes a la sequía. Habitan en clima seco, semiseco y templado. Su crecimiento óptimo se da en zonas áridas y semiáridas, aunque puede desarrollarse en cualquier clima (Bravo, 1978). Algunas especies de nopal tunero identificadas en comunidades del Valle del Mezquital se presentan en la tabla 3.

Nombre científico (Género, especie, variedad)	Nombre común
<i>Opuntia albicarpa</i> Scheinvar	Nopal de Alfajayucan
<i>Opuntia Picus-indica</i> (L.) Mill.	Nopal pelón tuna amarilla
<i>Opuntia amarilla</i> Griffiths	Nopal tuna amarilla
<i>Opuntia robusta</i> Wendi	Nopal tuna tapón o bartolina
<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	Nopal tuna roja
<i>Opuntia hyptiacantha</i> Lem.	Nopal tuna roja
<i>Opuntia megacantha</i> Salm-Dick	Nopal tuna guinda
<i>Opuntia lasiacantha</i> Pfeiffer	Nopal tuna guinda

Tabla 3. Especies de nopal tunero identificadas en algunas comunidades del Valle del Mezquital (Filardo, 2002).



**Figura1.** El nopal.

Las pencas de nopal son un alimento delicioso cuando se consumen en crudo, ligeramente asadas. También sirven como forraje para el ganado. Contienen proteínas y minerales como calcio y potasio; son ligeramente laxantes; contribuyen a disminuir los niveles de colesterol y de glucosa y facilitan la eliminación de parásitos (Bravo y Scheinvar, 1995).

En la tabla 4 se presentan algunas de las principales variedades de nopal utilizadas en México para la producción de tuna, en donde se observa que la mayoría se encuentra identificada con los nombres regionales.

VARIEDAD	ENTIDAD DONDE SE PRODUCE
Villanueva	Puebla
Alfajayucan	Estados de México e Hidalgo
Burrona	Zacatecas, Jalisco
Cristalina	Zacatecas, Jalisco, Aguascalientes
Reyna	Guanajuato, Zacatecas
Gavia	San Luis Potosí
Esmeralda	Guanajuato, Querétaro
Rojo Pelón	Guanajuato, Zacatecas, Jalisco, San Luis Potosí
Rubí Reyna	Zacatecas, San Luis Potosí
Torreaja	Zacatecas, Jalisco, Aguascalientes
Morada	Aguascalientes
Amarilla Monteza	Zacatecas, Jalisco
Miquihuana	Tamaulipas, San Luis Potosí

**Tabla 4.** Principales variedades de nopal tunero cultivadas en México (Barbera *et al.*, 1995).

### c. Reproducción

Su reproducción es muy sencilla, ya que cuando caen las pencas del nopal, basta que queden poco enterradas para que nazcan nuevas pencas y así se van reproduciendo. También se planta la rama espinosa al ras del suelo, después de haberla dejado secar por unos días (Granados y Castañeda, 1991).

## 2.2.2 LA TUNA

### a. Definición:

“Tuna” es el nombre común dado en Perú, Chile, Argentina y México al fruto de las plantas pertenecientes a la familia de las cactáceas, del género *Opuntia* y especie de forma oval u oblonga (figura 2). En otras partes del

mundo también es conocida como indian fig, indian pear; barbary fig, barbary pear; tuna fig, cactus pear, nopal, tzabar, kaktusfeigen, higo chumbo, turksupurug y nochtli en Nahuatl o Mexica (Tous y Ferguson, 1996; Flores y Gallegos, 1993). Sus dimensiones son variables (entre 5-10 cm de largo por 4-8 cm de diámetro), posee una cáscara gruesa que va del color verde-amarillo a rojo y cubierta de gloquidios o ahuates (pequeño agujón fino y delgado que se presenta en grupos y en puntos bien definidos, sobre la parte exterior de la cáscara de la tuna), de acuerdo a la especie, la pulpa puede ser verdosa, amarilla, anaranjada roja o púrpura, jugosa y dulce, la cual contiene un gran número de semillas, las cuales se comen a pesar de ser duras. Es un fruto de fácil digestión con sabor y aroma agradable, consumiéndose de preferencia en forma fresca a temperatura ambiente o refrigerada (NMX-FF-030-1995-SCFI). Se encuentran diferentes especies de tunas, con sus adaptaciones de acuerdo al lugar y los rangos de elevación. La tuna se compone en promedio, de 56.7% de cáscara, 37% de pulpa y 6.3% de semillas, indicando bajo rendimiento en pulpa que es el componente con características comestibles (Cerezal y Duarte, 2000).

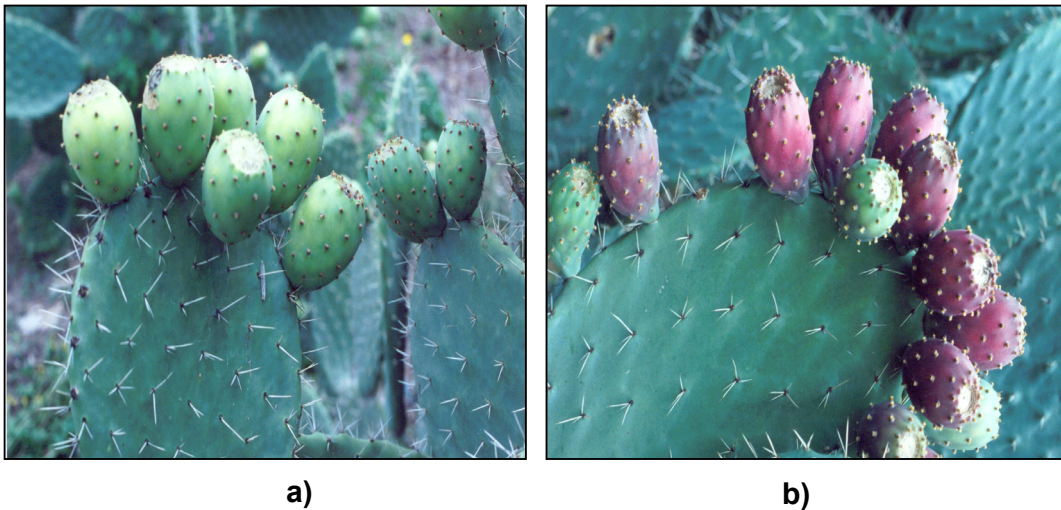


Figura 2. Frutos del nopal. a) tuna blanca y b) tuna roja



## **b. Composición química de la tuna y del jugo de tuna**

La pulpa de las tunas está compuesta principalmente de agua (84-90%) y de azúcares reductores (10-15%). Los valores de pH son altos (5.3-7.1) y presenta una acidez muy baja (0.05-0.18%) (Sáenz y Sepúlveda, 2001). Los azúcares predominantes en la tuna son: glucosa (53%), y el resto es fructosa. La sacarosa se encuentra en muy pequeñas cantidades. (Sawaya *et al.*, 1983; Sáenz, 1995; Cantwell *et al.*, 1992 y Gurrieri *et al.*, 2000). Otros componentes como los lípidos, proteínas, minerales y fibra no difieren significativamente de otras frutas tropicales (Canwell *et al.*, 1992 y Sáenz, 1995). La fibra se encuentra en gran cantidad principalmente en las semillas de la tuna (Gurrieri *et al.*, 2000), la cual ayuda a reducir el azúcar en la sangre y los niveles de colesterol.

El porcentaje de los constituyentes físicos del fruto (cáscara, pulpa y semillas) influyen sobre su composición química (Valdez, 1989), al igual que se encuentra influenciada por la época del año, zona donde se produce, edad de la planta y cladodio de donde provienen los frutos, aunque estos provengan del mismo cultivar (Domínguez, 1992).

En cuanto al valor nutritivo del jugo de tuna, éste se ha comparado favorablemente con los jugos de otros frutos tropicales. Otras propiedades han sido asociadas al jugo de tuna, como por ejemplo, extingue el ardor de la fiebre e ingerido con todo y semillas detiene el flujo hemorrágico, corrige problemas estomacales como la diarrea y ayuda a eliminar el exceso de bilis (Bravo y Scheinvar, 1995).

La composición química del fruto (tabla 5) junto con otros factores (físicos y fisiológicos) determina su época de cosecha y calidad, las cuales también responden a la especie de que se trate. Sin embargo, generalmente se toma como indicador de cosecha el color de la cáscara; manifestándose en un cambio de verde a rojo-púrpura (tunas rojas), amarillo-café (tunas amarillas) o verde claro (tunas blancas). No obstante, en algunas especies se ha observado que cuando la piel muestra los cambios iniciales, la pulpa presenta un grado avanzado de maduración (Barrios y Hernández, 2004).

Análisis	Tuna entera (g/100g)	Jugo de tuna (g/100g)
Humedad	84.0	88.0
Proteína (N x 6.25)	0.8	0.5
Extracto etéreo	0.6	0.5
Fibra cruda	3.1	0.0
Cenizas	1.0	0.2
Extracto libre de nitrógeno	10.5	10.8
		(mg/100g)
Tiamina		0.04
Riboflavina		0.03
Ácido ascórbico		20.00
Niacina		0.21
Fósforo		20.55
Fierro		0.42
Calcio		18.0

Tabla 5. Análisis químico de tuna entera y jugo de tuna (Filardo, 2002).

### c. Productos derivados de la tuna

La tuna se consume fundamentalmente en estado fresco y maduro. Aunque es considerado un producto étnico, esto no restringe su mercado solamente a las familias de origen Mexicano. Es una fruta que tiene una gran aceptación en los mercados de Europa, especialmente en Alemania, Bélgica Holanda, Italia y Francia (Meneses y Morales, 2000).

Actualmente se elaboran de manera artesanal algunos productos tales como: tunas cristalizadas, miel, queso de tuna, jugos, jaleas, ate, cajeta, colorantes, licor, vinos, refresco de tuna, pulque, curado, mermeladas, gelatinas, etc. (Bravo y Scheinvar, 1995). De la tuna no sólo se aprovecha la pulpa, también se utiliza el mucílago, la cáscara, las semillas y sus compuestos químicos en aceites comestibles, pectinas y colorantes. La tuna tiene una demanda limitada pero creciente y su precio es estable.

## 2.3. LA CONGELACIÓN

### 2.3.1. EL PROCESO DE CONGELACIÓN

Durante las dos últimas décadas, el proceso de congelación de los alimentos como un medio de preservación ha ganado atención general. La reducción del agua disponible (formación de hielo), unido a temperaturas bajo cero, proporciona un ambiente que favorece la reducción de reacciones químicas, físicas y enzimáticas, incrementando la estabilidad del alimento durante su almacenamiento. Sin embargo, los factores fundamentales que acompañan la formación del hielo son relativamente complejos. El proceso de congelación comprende el enfriamiento, la nucleación (homogénea y heterogénea) y el crecimiento de los cristales. La modificación de estas etapas puede finalmente conducir a grandes cambios en la distribución del hielo y en la calidad subsecuente del producto (Lester, 1995). A continuación se describen cada una de estas etapas:

#### a. Enfriamiento

El enfriamiento se consigue llevando al producto por debajo de su punto de congelación resultando de esto la formación de agregados de agua que producen una interfase adecuada para que se lleve a cabo la transformación de líquido a sólido (Franks, 1985).

#### b. Nucleación

La nucleación sirve como un proceso inicial de congelación y puede ser considerado como un paso crítico precedido de la solidificación completa (Reid, 1993).

La teoría clásica de la nucleación considera la formación de pequeños núcleos estables por medio de los cuales los átomos en fase líquida se unen y crecen en grupo (Franks, 1985).

La nucleación puede ser homogénea o heterogénea. La nucleación homogénea se produce en sistemas puros (Evans, 1965). La nucleación heterogénea es más importante en los procesos de congelación (Bride, 1994).

Éste es el tipo de nucleación más probable en los sistemas alimentarios, y tiene lugar cuando el medio no es totalmente puro (Cleland, 1990).

### **c. Crecimiento de los cristales**

La cristalización se inicia cuando las condiciones son apropiadas para que se produzca la agregación de un grupo de moléculas en una diminuta partícula ordenada, que se conoce como *núcleo de cristalización*.

A partir del momento en que la nucleación se produzca, las moléculas de agua se mueven rápidamente para alcanzar la estabilidad como cristales de hielo (Hobbs, 1974). El crecimiento de los cristales se produce cuando el número de moléculas de agua que se difunden a lo largo de la interfase, y se orientan en una posición de crecimiento del cristal (Fennema, 1973). El mecanismo y la velocidad de crecimiento de los cristales dependen de la morfología de su superficie (Garside, 1987). En condiciones de enfriamiento ligero, la velocidad de crecimiento de los cristales se ve favorecida por los defectos que éstos tengan (Fennema, 1973).

### **2.3.2. DEFINICIÓN DE PRODUCTO CONGELADO**

Un producto congelado es un sistema complejo en el cual coexisten diferentes estados físicos. La disminución de temperatura de una solución, provoca la transformación de una parte del agua del estado líquido al estado sólido (formación de cristales de hielo). Una pequeña porción de agua, asociada a los solutos, permanece líquida; ésta es la razón por la que un producto congelado puede ser considerado como un producto con bajo contenido de agua (Levine y Slade, 1986).

### **2.4. EFECTOS DE LA CONGELACIÓN SOBRE LOS ALIMENTOS**

La congelación es un sistema de conservación que puede afectar en determinado grado a la calidad de los alimentos. Los efectos de la temperatura de almacenamiento sobre la estabilidad de los alimentos congelados son de principal importancia debido a la influencia de éstos en las

reacciones nocivas, dando como resultado una pérdida de nutrientes y calidad (Desrosier y Desrosier, 1977; Simatos y Blond, 1991). Por lo que se considera necesario estudiar los efectos que este tratamiento tiene en los productos que poseen una estructura como pueden ser las frutas, las hortalizas, los tubérculos, las carnes, etc. que van a exteriorizarse como cambios en su textura, y los efectos sobre la flora microbiana presente en el alimento, que van a ser determinantes de la vida media del producto después de ser descongelado (Jul, 1984).

Los alimentos que no poseen una estructura celular organizada, como los jugos de frutas son menos susceptibles de sufrir los efectos perjudiciales de la congelación, ya que no se ven afectados por la aparición de cristales de hielo. A continuación se exponen las modificaciones que pueden aparecer en alimentos con estructura a causa del proceso de congelación:

**a. Daños provocados por el incremento del volumen del agua**

El agua pura a 0°C, incrementa aproximadamente un 9% su volumen al congelarse a la misma temperatura. Por lo tanto, la formación de hielo irá siempre acompañada de un incremento en el volumen ocupado en la estructura del producto congelado, que producirá daños de mayor o menor magnitud, de acuerdo con las características del tejido que se esté congelando. Los materiales con un elevado contenido en agua y pocos espacios intercelulares son especialmente susceptibles a este tipo de daño, ya que no podrán acomodar en sus espacios intercelulares los cristales en crecimiento, minimizando los efectos del incremento de volumen (Gruda y Postolski, 1986).

**b. Daños provocados por la migración del agua**

La velocidad de congelación va a determinar que la cristalización se produzca extra e intracelularmente o bien únicamente en los espacios intercelulares. Cuando se produce este último caso, las células se deshidratan debido a que el agua sale del interior hacia el espacio extracelular. Esta migración conseguirá que la célula sufra rotura de las paredes celulares (Mallet, 1994).

### c. Influencia de la congelación sobre la flora de los alimentos

La actividad de los microorganismos presentes en los alimentos se detiene a temperaturas de congelación. Cuando se disminuye la temperatura, sólo son capaces de crecer los microorganismos psicrófilos, aunque su grado de multiplicación será progresivamente más bajo según descienda la temperatura. El límite de desarrollo de estos microorganismos se sitúa entre  $-12$  y  $-17$  °C, salvo raras excepciones, por lo tanto, a las temperaturas de almacenamiento de congelados habituales ( $-18$  °C) se podrá aceptar que los alimentos están prácticamente libres de desarrollo microbiano. Sin embargo, cuando el crecimiento microbiano se detiene por el empleo de temperaturas bajas, la actividad enzimática de origen microbiano puede continuar, y esto es importante en este caso, ya que se ha demostrado que los microorganismos psicrófilos producen mayor cantidad de enzimas durante su crecimiento a bajas temperaturas que a altas temperaturas. De este modo, se puede producir el deterioro de los alimentos por estas enzimas, incluso a temperaturas demasiado bajas para que se produzca crecimiento de microorganismos (Mallet, 1994).

Se ha demostrado que las temperaturas de congelación producen la muerte de algunos microorganismos de importancia en los alimentos, consiguiéndose una reducción en el número de microorganismos viables presentes. En ningún caso se puede hablar de esterilización del producto, por lo que los alimentos deberán poseer una buena calidad microbiológica antes de ser congelados (Marth, 1973).

Es importante resaltar que los microorganismos patógenos para el hombre no son psicrófilos, por lo que los microorganismos viables producirán en su caso el deterioro del producto, no obstante, no afectarán la salud del consumidor.



## **2.5. MODIFICACIONES DE CALIDAD DEL PRODUCTO DURANTE SU ALMACENAMIENTO EN CONGELACION**

La calidad de los alimentos congelados no permanece invariable durante todo el tiempo de almacenamiento, se va reduciendo en función de la temperatura de conservación y del tipo de producto considerado. Los cambios producidos en el alimento se deberán fundamentalmente a fenómenos físicos y químicos, ya que a las temperaturas de almacenamiento no se produce crecimiento microbiano. A continuación se explica como influyen estos fenómenos, físicos y químicos, sobre la calidad del producto (Jul, 1984).

### **a. Alteraciones de la calidad debidas a fenómenos físicos**

Las alteraciones más importantes que tienen lugar desde este punto de vista se deben a dos fenómenos: recristalización y sublimación, que tienen que ver con la estabilidad del hielo en el interior y en la superficie del producto (Gruda y Postolski, 1986). Sin embargo hay que resaltar que la recristalización puede eliminar las ventajas derivadas de una congelación rápida.

La sublimación del hielo en la superficie del producto puede ocurrir durante el almacenamiento del alimento, llevándolo a la desecación, con la consiguiente acumulación de escarcha dentro del envase. Además se produce pérdida de peso, lo que influye negativamente en la calidad del producto congelado (Mallet, 1994).

Ambos procesos, recristalización y desecación superficial, se aceleran con las fluctuaciones de temperatura de almacenamiento y su importancia se reduce cuanto más baja es esta temperatura.

### **b. Alteraciones en la calidad debidas a fenómenos químicos**

Las bajas temperaturas, en la conservación de alimentos congelados, pueden producir una serie de reacciones químicas, debidas o no, a procesos enzimáticos. Su influencia en la calidad de los productos es muy grande, porque estas reacciones están asociadas, por ejemplo en los vegetales, con

cambios en el aroma y en el color por causa de la rotura de las moléculas de los pigmentos, por la aparición del pardeamiento enzimático o por la autooxidación del ácido ascórbico (Salunkhe, Bolin y Reddy, 1991).

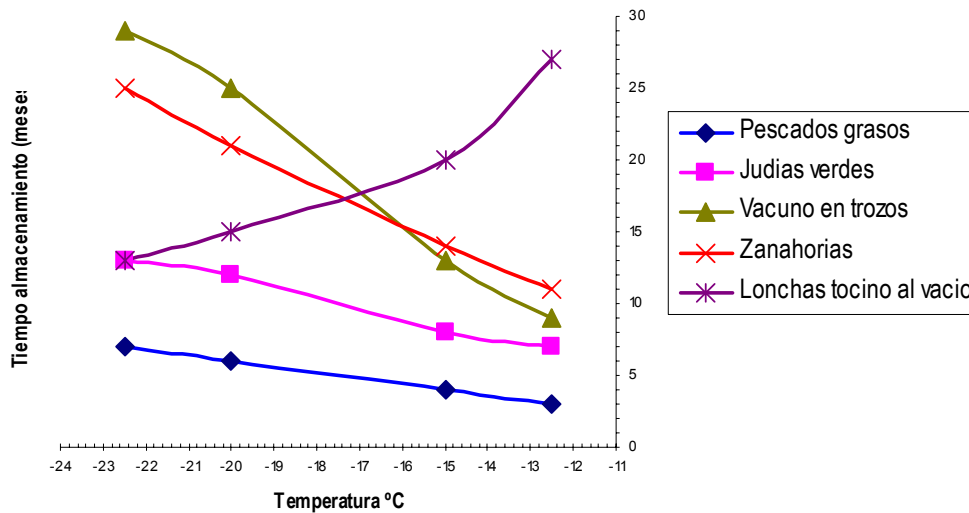
## **2.6 EFECTO COMBINADO DEL TIEMPO Y DE LA TEMPERATURA DURANTE EL ALMACENAMIENTO**

El deterioro de la calidad inicial del producto debido a los cambios físicos y químicos es función de la temperatura y de la duración del almacenamiento. El efecto combinado de estos dos factores tiempo y temperatura (TT) determina la tolerancia (T) del producto almacenado en congelación surgiendo así los factores TTT (Kalbassi, 1981).

Para casi todos los alimentos congelados la duración posible de almacenamiento aumenta cuando la temperatura disminuye (Guadagni, 1968). La relación duración/temperatura está dada por las curvas TTT (gráfica 1). En esta gráfica puede verse que, generalmente, la duración posible de almacenamiento aumenta cuando baja la temperatura, aunque existan excepciones a esta afirmación, ya que algunos productos como el tocino y las carnes saladas tienen una duración máxima de conservación a  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Los estudios efectuados sobre los factores TTT han permitido concluir que en condiciones normales, los efectos combinados del tiempo y de la temperatura sobre la calidad de los alimentos son acumulativos y el efecto total resultante es independiente de su secuencia. En otros términos, si un producto se almacena 8 meses a  $-20^{\circ}\text{C}$  y después 2 meses a  $-12^{\circ}\text{C}$ , su calidad será la misma que si se almacenase primero 2 meses a  $-12^{\circ}\text{C}$  y después 8 meses a  $-20^{\circ}\text{C}$  (Salunkhe *et al.* , 1991).

Los valores de duración posible de almacenamiento dados por las curvas TTT se han obtenido de productos con una alta calidad inicial que fueron procesados, envasados y almacenados en las mejores condiciones. Si se usan materias primas de menor calidad, procesadas y envasadas de forma inadecuada y almacenadas a temperatura fluctuante, la duración del almacenamiento posible será substancialmente más corta que la presentada en estas curvas (Gutschmidt, 1968).



**Grafica 1.** Curvas TTT para algunos alimentos.

## 2.7 EVALUACIÓN SENSORIAL

### 2.7.1 Definición

La Evaluación sensorial es un sistema de Metrología que utiliza a los sentidos como instrumento de medición. "Es el estudio sistemático de las respuestas de los humanos a las propiedades físicas y químicas de alimentos y bebidas" (Villanueva, 2003).

Otras y distintas son las definiciones de análisis sensorial según procedan de la literatura técnica o de las normas. El *Institute of Food Technologists - IFT* (1975) la define como “una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto”.

La Organización Internacional de Normalización (ISO, 1981), en su proyecto de norma internacional ISO/DIS 5568, la define como “el exámen de las propiedades organolépticas de un producto por los órganos de los sentidos”. Y para Ureña y D’Arrigo (1999) el análisis sensorial puede ser definido como el “método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican, caracterizando y/o midiendo, las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis estadístico”

El objetivo general de la Evaluación Sensorial es explorar las características físicas y químicas de alimentos y bebidas por medio de los sentidos para:

-Conocer y evaluar la *magnitud, tipo y duración* de sensación que estas características producen en los consumidores antes de que éste decida si le agrada o no el producto.

-Conocer y evaluar el efecto que el conjunto de características físicas y químicas propias del alimento o bebida tiene sobre la *aceptación y preferencia* de un producto (Villanueva, 2003).

### 2.7.2 Usos y aplicación de la evaluación sensorial

Los principales usos de la evaluación sensorial son en control de calidad, desarrollo de nuevos productos e investigación. Estos no sólo encuentran aplicaciones en la caracterización y evaluación de alimentos y bebidas, sino también en otros campos tales como olores ambientales, productos de higiene personal, diagnóstico de enfermedades, pruebas de

químicos puros, etc. La función principal de la evaluación sensorial es conducir pruebas válidas y confiables, que provean datos que permitan tomar decisiones correctas (Meilgaard *et al.*, 1999).

La identificación y cuantificación de sensaciones y la evaluación de la aceptación y preferencia permite evaluar la calidad de un producto en función del consumidor más que en función de datos fisicoquímicos sin relación con la apreciación de quien lo va a consumir. De esta manera, una vez que se ha definido el perfil o las características sensoriales del producto, es posible medir el impacto que, sobre esas características pueden tener, desde la materia prima, hasta las condiciones de almacenamiento, el empaque e incluso el diseño del envase y la etiqueta, pasando por los ingredientes, equipo y condiciones de proceso.

Si los rangos de calidad de un alimento o bebida se definen por la correlación de propiedades físicas y químicas con las características percibidas sensorialmente, podremos confiar que el producto estará muy cerca o cumplirá con las expectativas del consumidor. Las características físicas y químicas percibidas por los sentidos, constituyen la calidad sensorial de un producto (Torre, 1999).

### **2.7.3 Mediciones sensoriales**

Los sentidos o “Captore Biológicos” constituyen un medio de comunicación entre el hombre y su entorno. Así, a través de los sentidos, el hombre *evalúa la calidad de su entorno*, y finalmente decide si el objeto o el medio con el que interactúa, es peligroso, le conviene, o es necesario, etc. (Villanueva, 2003).

Las mediciones sensoriales utilizan como instrumentos de medición a los sentidos de los humanos, los cuales, pueden identificar y cuantificar las mismas manifestaciones de materia y energía que las medidas instrumentales, con la diferencia de que pueden registrar simultáneamente diferentes propiedades al mismo tiempo, por ejemplo, olor + sabor + textura + color, dando como resultado una respuesta multidimensional y acertando

La componente hedónica. Estas dos últimas características de las mediciones sensoriales le confieren originalidad y las hacen insustituibles, ya que, hasta el momento, no existe ningún instrumento que permita medir magnitudes complejas como aquello que llamamos “sabor” que es una medición compuesta de al menos 4 vectores. Tampoco existen instrumentos que indiquen si el producto gusta o no (Torre, 1999).

El sabor o “Flavor” ha sido definido de diferentes formas por varios autores, algunas de éstas se mencionan a continuación:

- Conjunto del aroma y sabor de un alimento, que se percibe en la boca y en la nariz por vía retronasal, en el curso de la masticación (Fortín y Desplancke, 2001).
- Impresiones percibidas vía los sentidos químicos, de un producto colocado en la boca (Meilgaard, *et al.*, 1999).

El sabor incluye:

1. Aroma. Sensaciones olfativas causadas por sustancias volátiles liberadas de un producto en la boca, percibidas vía retronasal.
2. Gusto. Sensaciones gustativas (salado, ácido, dulce y amargo) causadas por sustancias solubles en la boca.
3. Factores químicos. Estimulan las terminales nerviosas de las membranas de la cavidad bucal y nasal (astringencia, calor picante, picor, frío, sabor metálico).

Los componentes principales de las sensaciones globales del sabor son el aroma y el gusto (Salunkhe *et al.*, 1991). Los constituyentes solubles y volátiles de la comida alcanzan los receptores en la lengua y las cavidades superiores nasales activando respuestas percibidas como sabor. Generalmente el aroma hace la mayor contribución para un sabor total. El rango de los compuestos capaces de estimular este sentido es muy amplio. Puesto que los receptores son extremadamente sensitivos, cambios muy pequeños en la cantidad de varias sustancias podrían influir en el sabor global percibido. Los sabores de las frutas son analizados por evaluación sensorial en la que se utilizan las



sensibilidades reales de los humanos. Efectos del procesamiento, congelamiento, almacenamiento en congelación, y descongelado pueden ser química y sensorialmente determinados por los cambios producidos en estos compuestos (Lester, 1995 y Torre, 1999).

El sabor sólo puede medirse por medio de los sentidos y es un valioso indicador de la calidad sensorial de un alimento o bebida y por consiguiente, de su aceptación.

Los jugos de frutas son ejemplos de productos cuyo “sabor” es fácilmente modificado por las condiciones de proceso cualquiera que éste sea, ya sea por medio de la adición de calor (pasteurización, esterilización), eliminación de calor (refrigeración, congelación) o adición de conservadores. Todos los procesos aplicados hasta hoy para la conservación de jugos conducen a una pérdida del “sabor fresco” (Villanueva, 2003).

## **2.9 PRUEBAS SENSORIALES**

Las pruebas más utilizadas en Análisis Sensorial, se dividen, según la norma UNE 87-005-92, en:

**a. Pruebas de sensibilidad.** Se utilizan frecuentemente para la selección y entrenamiento de catadores. Entre ellas se encuentran las pruebas de reconocimiento de sabores fundamentales (UNE 87-003-95, 1995), las pruebas de reconocimiento de olores (UNE 87-013-96, 1996) y las pruebas de reconocimiento de aromas (UNE 87-017- 92, 1992).

**b. Pruebas de diferencias.** Se utilizan para determinar si existe una diferencia sensorial entre dos productos. Entre las más comunes se encuentran: la prueba de comparación por parejas (UNE 87-005-92, 1992), la prueba triangular (UNE 87-006-92,1992), la prueba dúo-trío (UNE 87-010-93, 1993), la prueba A-No A (UNE 87-016-86, 1986) y la prueba p entre n (dos de cinco, UNE 87-008-92, 1992). A continuación se describe la prueba “A- No A”, que es de interés para nuestro estudio.

## PRUEBA “A” – “NO A”

Este método se usa cuando el objetivo de la prueba es determinar si existen diferencias sensoriales entre dos productos, particularmente cuando estos son inadecuados para una presentación doble o triple o cuando las pruebas, triangular y dúo-trío no pueden ser utilizadas (Meilgaard *et al.*, 1999).

La prueba “A” - “No A” es efectiva:

1. Para determinar si las diferencias del producto es resultado de un cambio en los ingredientes, procesamiento, empackado, o almacenamiento.
2. Para determinar las diferencias globales existentes.

**c. Pruebas descriptivas.** Una de las pruebas más importantes en evaluación sensorial es el análisis descriptivo y suele ser el primer paso para su caracterización (Anzaldúa *et al.*, 1994). Las pruebas descriptivas se utilizan para obtener una descripción detallada del aroma, olor, sabor y textura de alimentos y bebidas, la apariencia y el sonido de cualquier producto, así como su orden de aparición y su intensidad (Meilgaard *et al.*, 1999).

Este tipo de pruebas sensoriales son usadas en investigación y desarrollo y en procesos para:

- Definir las propiedades sensoriales para el desarrollo de un nuevo producto
- Definir las características y especificaciones para un producto control o estándar utilizado en control de calidad o investigación y desarrollo.
- Rastrear los cambios sensoriales en los productos, después de cierto tiempo, relacionados con la vida de anaquel, empaquetado, etc.
- Medir cambios a corto tiempo en la intensidad de atributos específicos.
- Trazar un mapa de los atributos percibidos para relacionarlos con propiedades físicas, químicas o instrumentales.

Estas pruebas se utilizan para caracterizar cualitativa y cuantitativamente uno o más atributos sensoriales y pueden realizarse con una o más muestras.

Las pruebas descriptivas pueden clasificarse en:

**-Pruebas descriptivas simples.** Se utilizan para obtener una descripción cualitativa de los atributos individuales que inciden en la calidad global de la muestra. Se recomienda para entrenar jueces, para identificar y describir atributos. Esta prueba puede realizarse con una o más muestras. El orden de presentación de las mismas puede influir en los resultados, por lo que puede repetirse la prueba con diferentes secuencias de presentación y, después de evaluar cada muestra de forma independiente, los jueces llevan a cabo una discusión moderada con el responsable del grupo (Gerdes *et al.*, 1987; Heymann y Noble, 1987) a partir de la cual se reúnen los resultados y se redacta una lista de éstos aplicable a la muestra (Hellemann *et al.*, 1987; McEvan y Thomson, 1988; Durán *et al.*, 1989; Gains y Thomson, 1990; Damasio y Costell, 1991; Guerrero, 1995).

**-Pruebas descriptivas cuantitativas y perfiles sensoriales.** Son pruebas de evaluación de propiedades organolépticas de un producto, usando términos (descriptores) seleccionados de un glosario previamente establecido mediante pruebas descriptivas simples. El método puede utilizarse para evaluar el olor, el sabor, el aspecto y la textura de los alimentos, por separado o simultáneamente (UNE 87-008-92, 1992).

En los años 70 se desarrolló lo que se denomina el análisis descriptivo cuantitativo (QDA: *Quantative Descriptive Analysis*) para corregir algunos de los problemas asociados con el perfil del sabor.

La finalidad del análisis descriptivo es describir con un número mínimo de palabras y un máximo de eficacia, el producto a analizar de manera que tenga una carta de identidad precisa, reproducible y comprensible para todos. Esta descripción deberá tender a ser independiente del número de sujetos que la ha generado y deberá igualmente ser comparable a otros análisis del mismo tipo efectuados sobre otros productos de la misma familia.

El análisis descriptivo debería ser el primero para la medida sensorial de un producto, categorizando los diferentes sentidos y proporcionando el lenguaje necesario para la comunicación de la experiencia (Torre, 1999).

El perfil sensorial consiste en una descripción minuciosa de todas las características o notas que conforman el atributo bajo estudio (sabor, olor, etc.) seguida de la medición de cada una de ellas, y los resultados se representan en forma gráfica para obtener una idea cualitativa y cuantitativa del atributo en cuestión sensorial (Bourne, 1982, 1982 a; Anzaldúa *et al.*, 1983). La elaboración del perfil sensorial de un producto es compleja y puede dar buenos resultados pero necesita una investigación importante en tiempo de preparación, cálculos y número de sesiones. Las mayores ventajas de los perfiles sensoriales son su reproducibilidad (Amerine *et al.*, 1965) y su versatilidad (Bourne *et al.*, 1975; Tanaka, 1975) y los mayores inconvenientes son su costo en tiempo y en trabajo, y que los jueces deben estar muy entrenados.

Las aplicaciones del perfil sensorial son muchas, algunas son:

- Para definir un estándar de fabricación ya que se establecen lo que se denominan las especificaciones o características que debe reunir un producto.
- Para mejorar o desarrollar productos, pues establecidos sus atributos, éstos se pueden relacionar con las percepciones de los consumidores.
- Para estudiar la influencia de los factores que actúan sobre la materia prima, así como los debidos a los procesos (envejecimiento de los productos, condiciones de conservación y almacenado) y para determinar qué características son las que más varían y en qué proporciones.
- Para comparar un producto con otros del mismo tipo ya comercializados, pudiéndose saber así cuál es la naturaleza de las diferencias en términos de percepción sensorial.

Las diferentes etapas en la elaboración de un perfil sensorial son (Cepeda, 2003):

- 1) Formación de un jurado o panel de jueces
- 2) Elaboración de una lista de términos descriptivos
- 3) Reducción de la lista de términos
- 4) Elección de los productos de referencia
- 5) Entrenamiento
- 6) Elaboración y utilización del perfil sensorial y seguimiento del panel.

#### **1) Formación del panel de catadores**

De la calidad del panel depende la calidad del perfil sensorial. Es importante como criterios para la selección de los sujetos su aptitud para la creatividad y capacidad de expresión verbal. Es importante que los sujetos tengan un vocabulario extenso y una facilidad para llegar a describir el producto de un modo simple y fácilmente comprensible, facilitando la comunicación entre las diversas partes interesadas (Cepeda, 2003).

El número mínimo de sujetos que se recomienda es de 6; para disponer de un modo permanente de un grupo de 6 a 10 sujetos disponibles, es aconsejable partir de un número doble o triple.

#### **2) Búsqueda del mayor número posible de términos descriptores**

Conviene escoger una gama de productos semejantes entre sí, tres a cuatro por sesión, que permitan a los sujetos registrar el conjunto de diferencias cualitativas perceptibles.

Los sujetos trabajarán en cabinas y harán una búsqueda personal de términos descriptivos (descriptores) de manera que describan todas las sensaciones generadas, ya sean visuales, táctiles, olfativas o gustativas y deben anotar todos los términos que les vienen a la mente en un formulario al respecto.

Posteriormente se trabajará en grupos y se confrontarán las apreciaciones bajo la dirección del director de la prueba, Generalmente

el grupo llega a generar, tras varias sesiones, más de un centenar de términos descriptivos, recogiendo todos inclusive los sinónimos (Torre, 1999).

A lo largo de las primeras sesiones el director de la prueba irá apartando poco a poco de los descriptores:

- Términos hedónicos como agradable, bien, bueno, etc.
- Términos cuantitativos como demasiado, poco, débil, fuerte, etc.
- Términos que describan al producto por sí mismos, Ejemplo: olor a queso, para el queso.
- Términos no pertinentes.

Además irá ordenando los descriptores dentro de los diferentes apartados y se elegirá el orden y modo de evaluación de los diferentes atributos.

Las características que deben ser tomadas en cuenta en la elección de descriptores para el análisis descriptivo en orden de importancia son:

- Discriminante
- No redundante
- Relacionado con la aceptación/rechazo del consumidor
- Relacionado con medidas instrumentales o físicas
- Singular
- Preciso y fiable
- Consenso en el significado
- No ambiguo
- Fácil de obtener una referencia
- Comunicativo
- Conocido previamente

### **3) Reducción de la lista de descriptores**

Primera reducción. Los descriptores resultantes de la prueba preliminar serán aún numerosos, a partir de nuevas sesiones de cata se eliminarán los términos que parezcan mal adaptados para describir o diferenciar los productos desde el punto de vista sensorial (Cepeda, 2003).

Para hacer esta reducción se presentarán a los sujetos diferentes variantes del producto y se les pedirá para cada uno de los descriptores establecidos que juzguen la intensidad percibida.

Posteriormente se clasifican según la media geométrica que es la raíz cuadrada del producto de la frecuencia con la que se citan por la intensidad relativa de cada descriptor.

Segunda reducción. Se hace aplicando a los datos obtenidos un análisis multidimensional. Esta segunda reducción permite reagrupar los descriptores sinónimos (correlacionados positivamente) o antónimos (correlacionados negativamente) y eliminar los descriptores que no contribuyan a poner en evidencia las diferencias entre los productos probados en un perfil sensorial (Torre, 1999).

#### **4) Elección de productos o sustancias de referencia**

Pueden ser sustancias químicamente puras o productos naturales relativamente fáciles de encontrar y preparar. A menudo es difícil obtener referencias adecuadas

#### **5) Entrenamiento del panel empleando la lista reducida y las referencias**

Para entrenar correctamente al panel se mantendrá al menos un producto de referencia por descriptor. Un método más seguro consiste en proponer referencias para varios puntos de la escala (Torre, 1999).

Se considera satisfactorio el entrenamiento cuando cada sujeto se repite convenientemente, es decir cuando la desviación típica es pequeña para las repeticiones hechas con las mismas muestras.

Para la fiabilidad del método es indispensable prolongar el entrenamiento hasta que el sujeto dé las mismas evaluaciones para los mismos estímulos de una sesión a otra (teniendo en cuenta una dispersión en torno a una media que se fija).

## 6) Elaboración del perfil sensorial

Cuando el panel está bien entrenado y es capaz de cuantificar las percepciones en relación a unas referencias, ya está en condiciones de ser utilizado como instrumento de medida y con sus resultados se elabora el perfil del producto (Cepeda, 2003).

Los perfiles sensoriales más utilizados son representaciones en forma de tela de araña en las que cada descriptor se sitúa en un segmento y sobre él se ubican las diversas puntuaciones.

### d. Ejemplos de escalas que se utilizan en evaluación sensorial

#### 1. Calificación con escalas no-estructuradas

Una escala no-estructurada es aquella en la cual solamente se cuenta con puntos extremos es decir, mínimo y máximo (figura. 3) y el juez debe expresar su apreciación de la intensidad del atributo de un alimento marcando sobre una línea comprendida entre ambos extremos (Amerine *et al.*, 1965).



Figura.3 Ejemplo de escala no-estructurada

#### 2. Calificación por medio de escalas de intervalo

Es aquella en la cual no se tienen sólo los puntos extremos, sino que contiene además uno o más puntos intermedios (figura. 4). Con este tipo de escala se resuelve en parte el problema de la subjetividad de los jueces al asignar el atributo considerado en el alimento (Bourne, 1982, 1982.a; Anzaldúa *et al.*, 1983; Anzaldúa y Vernon, 1986).

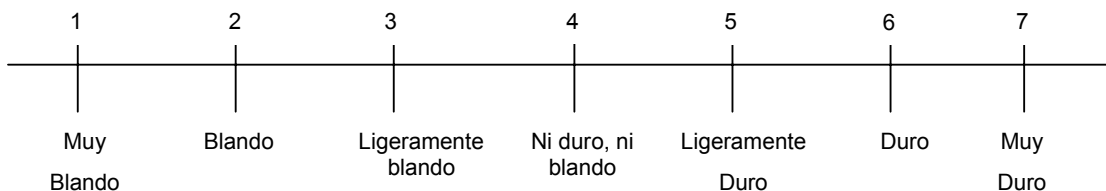
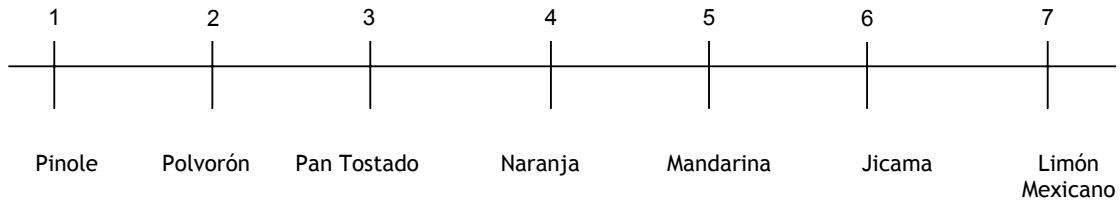


Figura.4 Ejemplo de escala de intervalo de 7 puntos para la medición de la dureza (Anzaldúa, *et al.*, 1983).



### 3. Calificación por medio de escalas estándar

Estas son escalas de intervalo cuyos puntos, en vez de contener descripciones tales como «ligeramente duro o dulce», (figura. 5) constan de alimentos que representan el grado de intensidad del atributo que está siendo medido (Bourne. 1982; Larmond. 1976).



**Figura.5** Ejemplo de escala estándar para la medición de la jugosidad de alimentos mexicanos (Anzaldúa y Vernon, 1986).

### 4. Calificación proporcional (Estimación de magnitud)

En este método, las muestras se califican en relación a un estándar o muestra de referencia al cual se le asigna un valor arbitrario (Larmond, 1977; Anzaldúa *et al.*, 1983). Generalmente, para llevar a cabo este tipo de medición se presenta el estándar a los jueces, el cual es una muestra con un valor conocido del atributo que se evalúa, o una muestra con características lo más constantes que sea posible.

### 3. OBJETIVOS

#### Objetivo General

Evaluar la congelación del jugo de tuna como método de conservación desde un punto de vista fisicoquímico y sensorial.

#### Objetivos Específicos

Determinar el contenido de azúcares de los jugos de tuna frescos de *Opuntia robusta* y *Opuntia albicarpa* por HPLC.

Determinar la influencia de la congelación sobre el contenido de azúcares del jugo de tuna de *Opuntia robusta* y *Opuntia albicarpa* a lo largo de 8 meses de almacenamiento a -10 y -20 °C.

Construir el perfil de olor de los jugos de tuna frescos de *Opuntia robusta* y *Opuntia albicarpa*.

Determinar la influencia de la congelación sobre el perfil de olor de los jugos de tuna de *Opuntia robusta* y *Opuntia albicarpa* a lo largo de 8 meses de almacenamiento a -10 y -20°C.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. POBLACIÓN Y MUESTRA. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

El muestreo se define como “el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinadas características en la totalidad de una población, a partir de la observación de una parte o subconjunto de la población, denominada muestra” (Munch y Ángeles, 1998).

La representatividad de la muestra implica que ésta refleje las características, similitudes y diferencias encontradas en la población. Debido a esto, es importante hacer el cálculo del tamaño de la muestra, ya que éste estará relacionado con los objetivos del estudio y las características de la población, además de que reducirá los recursos y el tiempo de los que se dispone.

El muestreo utilizado en el presente trabajo fue del tipo aleatorio simple que es una de las clasificaciones del muestreo probabilístico, en el cual las unidades se eligen individual y directamente por medio de un proceso aleatorio, donde cada unidad no seleccionada tiene la misma oportunidad de ser elegida que todas las unidades extraídas de la muestra.

Para llevar a cabo la experimentación se utilizó el jugo de tuna blanca (*Opuntia albicarpa*) (figura 6) y tuna roja (*Opuntia robusta*) (figura 7), las cuales fueron recolectadas en el municipio de Epazoyucan y Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo respectivamente.



Figura 6. Tuna blanca



Figura 7. Tuna roja

Los cálculos para definir el tamaño de la muestra se realizaron de la siguiente manera:

$$n = Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N / [N \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q]$$

**Donde:**

n = tamaño de la muestra

Z = nivel de confianza

N = tamaño de la población

p = probabilidad de que ocurra el suceso o evento que se espera

q = probabilidad que no suceda

e = error de estimación

Considerando un nivel de confianza del 95% y que el valor de la población es 4 L de jugo de tuna blanca y roja; los datos iniciales para determinar el tamaño de la muestra fueron los siguientes:

Para poblaciones finitas:

n =?

Z = 1.960

p = 0.95 (0.95)

q = 0.05 (0.05)

N = 4 L

e = 5 % = 0.05

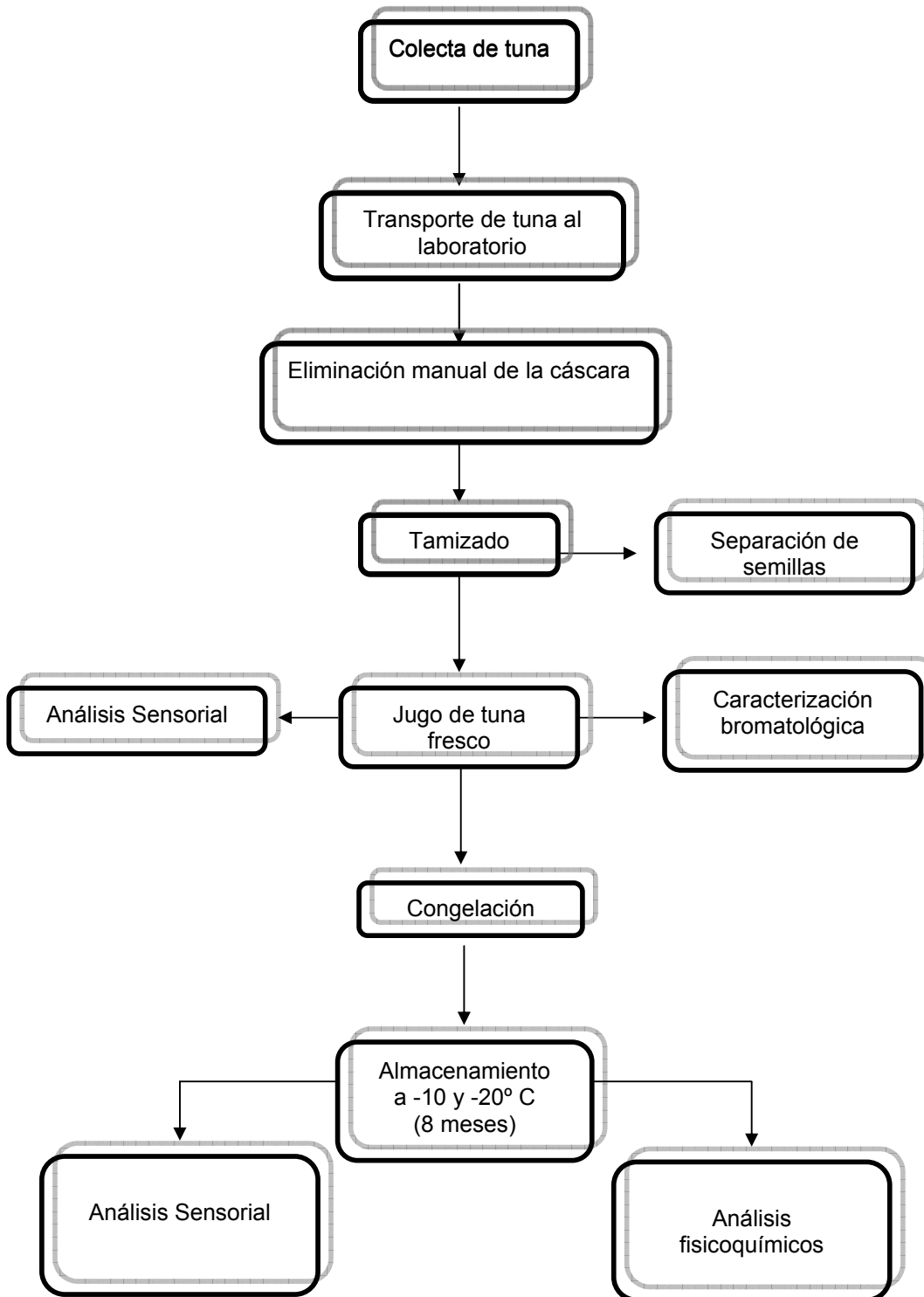
Sustituyendo los datos anteriores se tiene que el tamaño de la muestra fue de:

$$n = 0.729904 / 0.192476 = 3.8 \text{ L}$$

Una vez que se obtuvo el tamaño de la muestra, se determinó la caracterización fisicoquímica mediante el empleo de los métodos establecidos por la A.O.A.C., para obtener los resultados correspondientes y poder compararlos entre ellos. Cabe mencionar que cada análisis se realizó por triplicado.

#### 4.2 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE JUGO DE TUNA

*O. albicarpa* y *O. robusta*



#### 4.2.1 PREPARACIÓN, CONGELACIÓN Y DESCONGELACIÓN DEL JUGO DE TUNA

Para la obtención de los jugos de tuna frescos, primero se eliminó manualmente la cáscara, posteriormente las tunas se hicieron pasar a través de un tamiz, de tal forma que se obtuviera el jugo, quedando en la parte superior del tamiz las semillas. El jugo fue almacenado en frascos de plástico de 100mL y colocados en una hielera de unicel a fin de minimizar las fluctuaciones de la temperatura durante el periodo de congelación. Finalmente los jugos contenidos en la hielera, se colocaron en congeladores convencionales a temperaturas de -10 y -20°C.

Antes de realizar los análisis de azúcares y la evaluación sensorial, las muestras de los jugos fueron descongeladas a temperatura ambiente.

#### 4.3 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

##### 4.3.1. Análisis bromatológico de los jugos de tuna *O. albicarpa* y *O. robusta*

El análisis bromatológico o comúnmente llamado análisis proximal, fue desarrollado en Alemania en la estación experimental Weende. Éste tipo de análisis se emplea para hacer descripciones de los alimentos, empleando procedimientos aprobados por organismos oficiales como la A.O.A.C., las NOM, entre otras.

##### a. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

La técnica empleada para la determinación de humedad fue la 925.10 de la A.O.A.C. (1990), se basa en la pérdida de humedad de las muestras cuando son calentadas hasta peso constante. Para dicha prueba se pesaron 3 g de las muestras de jugo de tuna, las cuales fueron calentadas en una estufa Fisher Scientific con recirculación de aire a 100°C ± 3°C por 24 horas. Después del tiempo determinado se retiraron las charolas y se colocaron en el desecador para que éstas se enfriaran a temperatura ambiente, hasta peso constante y posteriormente fueron pesadas nuevamente. El porcentaje de humedad se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_1 - P_2}{m} \times 100$$

Donde:

$P_1$  = peso de la charola con muestra antes de ser secada (g)

$P_2$  = peso de la charola con muestra después de secada (g)

$m$  = peso de la muestra (g)

#### **b. DETERMINACIÓN DE CENIZAS**

Para la determinación de cenizas se utilizó la técnica 923.03 de la A.O.A.C. (1990), ésta se basa en la calcinación de la muestra. La cantidad de muestra fue de 3 g la cual se incineró en una mufla Fisher Scientific a una temperatura de 550° C, hasta la obtención de cenizas color grisáceo o blanco uniforme sin presentar manchas negras. Posteriormente se dejaron enfriar los crisoles en un desecador a temperatura ambiente. El porcentaje de cenizas se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{P_1 - P_2}{m} \times 100$$

Donde:

$P_1$  = peso del crisol con muestra después de la incineración (g)

$P_2$  = peso del crisol a peso constante (g)

$m$  = peso de la muestra (g)

#### **c. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS**

La técnica que se utilizó fue la 46.10 de la A.O.A.C. (2001) empleando el método Kjeldahl. A una muestra de 0.07g se le agregó 0.5 g de sulfato de potasio y 3ml de la mezcla de digestión todo esto se colocó en el tubo del digestor por 15 minutos y posteriormente se extrajo, ya enfriado, se le adicionó 1.5 ml de peróxido de hidrógeno y de nuevo se colocó en el digestor Kjeldahl 80, modelo Din 08 a 370°C., esta reacción convirtió el nitrógeno

orgánico e inorgánico en nitrógeno amoniacal. Se considera que la digestión ha concluido, después de 4 horas de digestión, cuando el contenido del tubo no muestre manchas, ni puntos negros y además la mezcla de digestión sea transparente. La destilación se realizó en un destilador marca Gerhardt® utilizando NaOH al 30 % para que el amoniaco se liberara. El destilado se colectó en un matraz que contenía una solución de ácido bórico con el indicador. El programa de destilación empleado fue el siguiente: tiempo de entrada de NaOH 5 s (10mL/s), 5 s de mezclado y 360 s de destilación. Finalmente, el amoniaco atrapado en el ácido bórico se tituló con HCl 0.01N, hasta un vire de color verde esmeralda a un rosa claro. El factor de conversión utilizado fue 6.25. El contenido de proteína se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{V \times M \times PM \times 100 \times F}{1000 \times Po}$$

Donde:

V= volumen gastado de HCl

M= molaridad del HCl

PM= peso molecular del nitrógeno 14.007 g / mol

F= factor de conversión

Po= peso de la muestra

#### 4.3.2. Determinación del contenido de azúcares en los jugos de tuna *O. albicarpa* (blanca) y *O. robusta* (roja) por HPLC

##### a. Preparación de las muestras

Para la determinación del contenido de azúcares se empleó una muestra de 20 ml de jugo, la cual se centrifugó a 500 rpm durante 5 min, posteriormente se empleó 2.5 ml del sobrenadante y se diluyó con agua hasta aforar a 10 ml, luego se filtró la solución en una membrana de acetato de celulosa, se tomó 500µl de la solución y se colocó en un vial de cromatografía



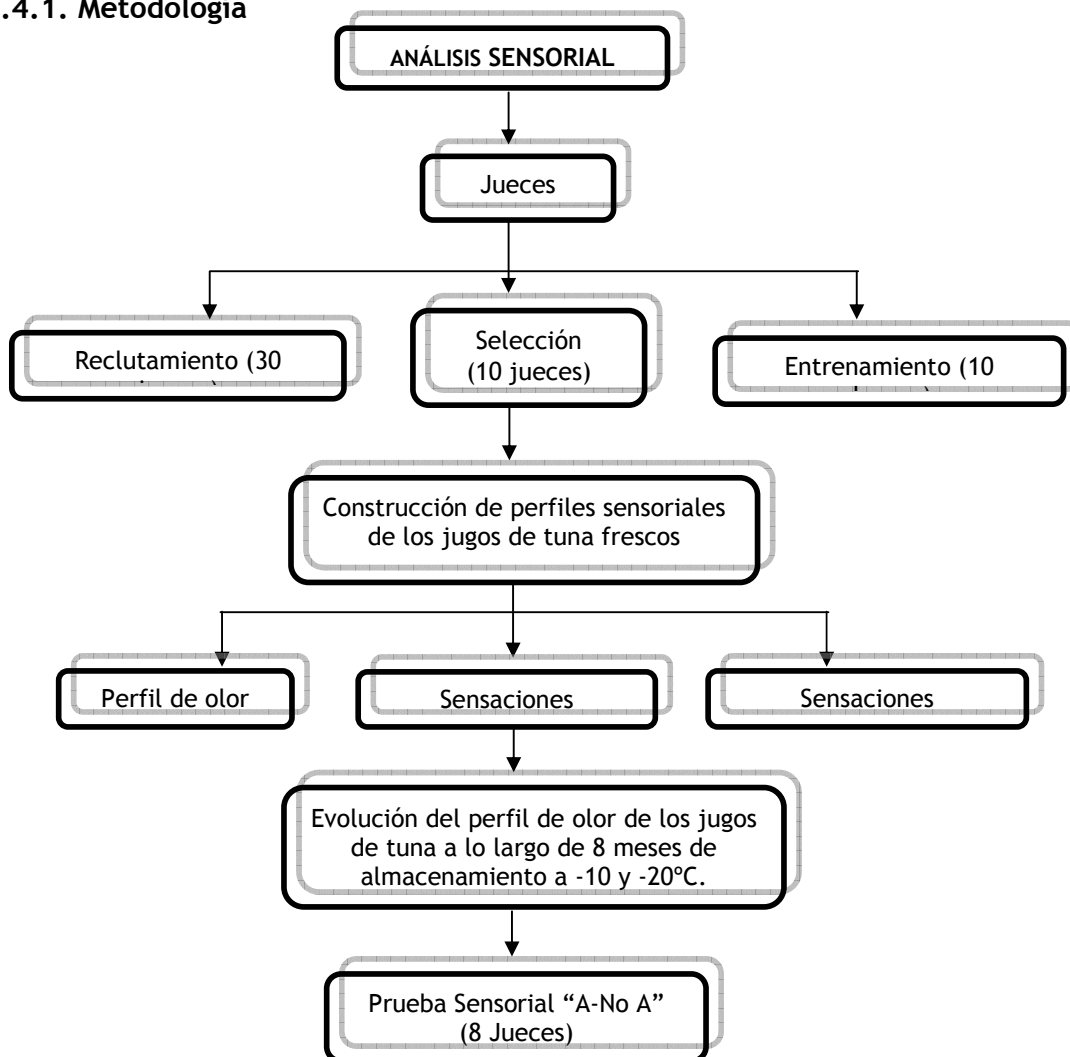
al cual se le agregaron 500µl de agua, posteriormente se agitó y se introdujo al cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC), por sus siglas en ingles.

**b. Condiciones de análisis de las muestras**

Para la determinación del contenido de azúcares se empleó un detector de índice de refracción y una columna Aminex HPX87C de 30 cm de longitud y 7 mm de diámetro interno, agua como fase móvil, flujo de 0.60 ml/min a una temperatura de 80°C. Los estándares usados fueron de fructosa, sacarosa y glucosa, todos de la marca Baker. Los análisis se determinaron cada mes y se realizaron por triplicado.

**4.4. ANÁLISIS SENSORIAL**

**4.4.1. Metodología**



#### 4.4.2. Construcción del perfil sensorial de los jugos frescos de tuna de *O. albicarpa* y *O. robusta*

Previo a la medición del olor, sensaciones gustativas y sensaciones trigeminales de los jugos frescos, se seleccionó y entrenó a un grupo de jueces que pertenecían al centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) ya que, para que las mediciones sean objetivas y confiables, es importante seleccionar y entrenar adecuadamente al grupo de jueces que fungirá como instrumento de medición. Como todo instrumento de medición, un grupo de jueces debe estar caracterizado en cuanto a su sensibilidad, exactitud y repetibilidad.

La selección de jueces se llevó a cabo de acuerdo al protocolo establecido por la norma ISO 3972:1991 (Method of Investigating Sensitive Taste) sobre Análisis Sensorial. El entrenamiento (apéndice III) se llevó a cabo según el protocolo descrito por la norma ISO 8586:1993 (General guidance for the selection, training and monitoring of assessors Part1), ISO 5496:1992 (Initiation and training of assessors in the detection and recognition of odours) e ISO 6564:1985 (Flavor profile methods).

Se prepararon referencias para cada uno de los descriptores, de manera que todos los descriptores del jugo de tuna blanca y roja tuvieran una referencia común, a continuación se mencionan las referencias utilizadas para cada descriptor:

Descriptores Olor (tuna blanca)	Referencias
Azúcar	Sol. aq. maltol 40 mg/L
Floral	Sol. aq. 2fenil etil alcohol/aldehído láurico (1:1) 0.09 mg/L
Jícama/humedad	Sol. 3 octen-1 ol 0.05 mg/L
Aceite rancio	Aceite de cocina rancio
Fierro	Trozo de papa oxidada
Manzana/pera	Sol. aq. de etil hexanoato/ butil acetato (1:0.25) a 2 mg/L
Durazno	Sol. aq. gama undecalactona a 1.5 mg/L
Fruta	Butanoato de etilo 18 mg/L
Resina	Trozos de ocote
Cítrico	Citral/Linanol (1:5) 1 mg/L
Hierba	Sol. aq. de trans2-hexenal/hexanal (1:1) 1 mg/L
Cactus	Trozo de nopal

Descriptorios Olor (tuna roja)	Referencia
Cactus	Trozo de nopal
Hierba verde	Sol. aq. de trans2-hexenal/hexanal (1:1) 1 mg/L
Jitomate	Jitomate bola en trozos
Floral violeta	Sol aq.de beta ionona 0.008 mg/L
Humedad/jícama	Sol 3 octen-1 ol 0.05 mg/L
Frutal (manzana/pera)	Sol aq. de etil hexanoato/ butil acetato (1:0.25) a 2 mg/L
Ferroso	Trozo de papa oxidada

Descriptorios Gusto	Referencias
Dulce	Sol. de azúcar al 10%
Salado	Sol. aq. de sal al 0.9%
Acido	Sol. aq. ac. Cítrico/ac. Ascórbico (0.5:1) 0.2 g/l
Amargo	Sol. aq. quinina 0.008 g/L

El descriptor usado para las sensaciones trigeminales, fue la solución acuosa de sulfato de aluminio y potasio a 0.1g/L.

Posteriormente en una sesión en donde estuvieron presentes todos los jueces se verificó con las soluciones referencia la objetividad de los descriptorios generados para el olor, el gusto y para las sensaciones trigeminales.

Una vez verificada la objetividad y la homogeneidad de los conceptos de los descriptorios, se procedió a evaluar los jugos y darles una proporción a cada uno, cada juez llevó a cabo tres repeticiones de ésta evaluación.

#### 4.4.3 Evolución de la Calidad Sensorial de los jugos de tuna a lo largo del Almacenamiento (8 meses a -10y -20°C)

Después de haber definido las características sensoriales de olor, sensaciones gustativas y sensaciones trigeminales del jugo fresco elaborado tanto con tuna blanca (*O. albicarpa*) como con tuna roja (*O. robusta*), se llevaron a cabo evaluaciones de los jugos almacenados a -20°C y a -10°C. En esta etapa se evaluó únicamente el perfil de olor (apéndice II) de los jugos almacenados debido a que no se realizaron pruebas que garantizaran la

inocuidad de dichas muestras. Los intervalos de evaluación fueron de 1 a 1.5 meses durante 8 meses de almacenamiento.

#### **4.4.3.1 Técnica empleada para medir olor**

Para la evaluación del olor se utilizó la técnica según Jellinek (1985), citado en Fortín y Desplancke (2001). El recipiente conteniendo la muestra se abría debajo de la nariz y, sin pérdida de tiempo, se hacían dos o tres inspiraciones profundas, seguidas de unas cuantas más cortas (para captar todas las sustancias volátiles acumuladas en la cabecera del recipiente). Así obtenían, por vía nasal directa, una apreciación de cada uno de los olores y de sus intensidades. Cuando no se percibe ningún olor, se realizan tres cortas aspiraciones; pero no es recomendable hacerlo más de tres veces, puesto que las repeticiones causan fatiga o una pérdida de la sensibilidad.

A lo largo de las sesiones, los catadores identificaron y memorizaron algunos de los olores característicos de los jugos de tuna y aprendieron a detectar posibles alteraciones.

#### **4.4.3.2 Prueba Sensorial “A No A” de los jugos de tuna durante el almacenamiento**

Para llevar a cabo la evaluación del efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento sobre el olor del jugo de tuna se usó la prueba A -No A (AENOR UNE 87-016-86) (apéndice 1).

##### **a. Principio**

Se presenta a los catadores un testigo “A”, que en este caso fueron los perfiles gráficos de los jugos frescos de tuna blanca y roja, posteriormente memorizaron sus características. A continuación se les presentó una serie de muestras y debían decir si las muestras eran iguales o diferentes al producto “A”.

## b. Procedimiento

En primer lugar, se define el número de muestras que van a ser presentadas y el reparto de las mismas.

La prueba presupone un aprendizaje previo de la muestra testigo “A”, por lo tanto después de este aprendizaje el catador ya no tendrá a su disposición esta muestra testigo. Por otra parte, en la serie presentada al catador, el número de muestras “A” y “No A” es desconocido para él.

Se presentan las muestras una a la vez. Todas las muestras están codificadas con un número al azar y son presentadas aleatoriamente, así los catadores no detectarán el patrón de las muestras “A” vs. “No A” en la series.

No se descubrirá la identidad de las muestras hasta después de que el catador haya completado la serie de pruebas. En este caso se empleó una variante de la versión estándar, donde se permite la presentación de muestras “No A” diferentes entre sí.

## c. Presentación de las muestras

La referencia A era el perfil gráfico de los jugos de tuna blanca y roja, frescos, que se obtuvieron en la primera fase.

Como muestras problema se presentaron a los jueces los jugos de tuna provenientes del almacenamiento a  $-20^{\circ}\text{C}$  y a  $-10^{\circ}\text{C}$ . 15 ml de muestra de cada jugo se colocaron en vasitos de plástico de 50 ml (figura 8), codificados con números de tres dígitos seleccionados al azar.



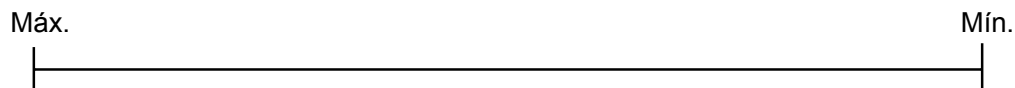
Figura. 8 Ejemplos de recipientes codificados correspondientes al jugo almacenado a las dos diferentes temperaturas de estudio para cada uno de los cinco tiempos de muestreo.

Se pedía a los jueces que:

Analizaran el perfil gráfico, recordándoles que correspondía al perfil del jugo de tuna fresco y que posteriormente analizaran las características de olor, gusto, aroma y sensaciones trigeminales de cada una de las muestras problema.

- Dijeran si habían desaparecido algunos descriptores o si habían aparecido nuevos descriptores y que los mencionaran.
- Dijeran si encontraban todos los descriptores del jugo fresco aunque las intensidades fueran diferentes. Finalmente, si las intensidades de los descriptores originales eran diferentes se les presentaba una escala semiestructurada de 15 cm con un máximo y un mínimo.

Ejemplo:



- Se les pedía que, para cada descriptor de los originales, marcaran una línea vertical sobre la escala que correspondiera a la intensidad percibida.

En cada sesión los jueces evaluaron las dos series de muestras de jugo de tuna blanca y jugo de tuna roja, cada una de ellas con dos muestras problema correspondiente a las dos temperaturas de almacenamiento. Cada juez llevó a cabo dos repeticiones que se realizaron en sesiones diferentes.

Con esta información se generó una matriz de datos que permitió evaluar las variaciones del perfil de jugo en función del tiempo y la temperatura de almacenamiento.

Se utilizó el paquete estadístico Stat graphics Plus 4.0; las pruebas estadísticas que se hicieron fueron, coeficiente de variación para evaluar la repetibilidad de los jueces y para seleccionar los descriptores; ANOVA y t de Student para evaluar la significancia de las diferencias de los descriptores a lo largo del tiempo de almacenamiento.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

#### 5.1.1 Análisis bromatológico de los jugos de tuna frescos de *O. albicarpa* (blanca) y de *O. robusta* (roja)

Los resultados obtenidos del análisis bromatológico se muestran en la Tabla 6.

VARIEDAD	HUMEDAD**	CENIZAS*	PROTEÍNA*
<i>Opuntia albicarpa</i>	85.39±(0.23)	0.20±(0.019)	0.22±(0.01)
<i>Opuntia robusta</i>	87.20±(0.29)	0.21±(0.018)	0.14±(0.01)

\* Valores expresados en materia seca

\*\* Valores expresados en g/100g de muestra

Tabla 6. Contenido de humedad, cenizas y proteína de los jugos de tuna de *O. albicarpa* y de *O. robusta*.

#### a. Humedad

El agua es el componente más abundante de las frutas cuantitativamente hablando. Constituye aproximadamente el 77-88% de la parte comestible de las diversas clases de las bayas, frutas con hueso o de pepita. En los jugos correspondientes se encuentra lógicamente una elevada proporción de agua; por ejemplo, por término medio, el 85-90% del jugo de manzana es agua, el 75-85% de los jugos de uva y el 85-92% de los jugos de cítricos (Studer *et al.*, 1996).

Como era de esperarse, los jugos de tuna blanca (*O. albicarpa*) y tuna roja (*O. robusta*) analizados presentaron contenidos de humedad altos. Sin embargo, el jugo de tuna blanca presentó un contenido de humedad ligeramente inferior (85.39%) al encontrado en el jugo de tuna roja (87.20%). Ambos valores se aproximan a los reportados por Filardo, (2002) para el jugo de tuna de *Opuntia* spp., y a los de la tuna cardona (*Opuntia streptacantha*) con un contenido de humedad de 88 y 91% respectivamente (INNSZ, 1996). En un estudio realizado por Peña (2005) se reportó un valor del 92% de humedad para el xoconostle-tuna agria (*Opuntia matudae* Sheinvar) de las regiones de

Villa de Tezontepec y Zempoala, Hidalgo. Por otra parte, Duru y Turker, (2005) reportaron un valor del 85% de humedad en tuna *Opuntia ficus- indica*. Estos valores son similares a los encontrados en nuestro estudio para las dos variedades de tuna analizadas. Las pequeñas variaciones encontradas en el contenido de humedad de los jugos estudiados podrían estar influenciadas por factores ambientales como la composición del suelo, el clima, el cultivo y el tiempo de cosecha. (Barbera, Inglese y T. ,1995). Según Vargas (1984) [citado por Arenas de Moreno, *et al.*, 1999], el contenido de agua en los alimentos tiene una estrecha relación con el contenido de humedad del ambiente que los rodea. Las variaciones diurnas de temperatura y humedad relativa también hacen oscilar el contenido en agua de las frutas a lo largo del día (Wills *et al.*, 1998).

### b. Cenizas

El contenido total de sales minerales presentes en las frutas oscila entre el 0.3 y el 0.8%, determinándose y expresándose analíticamente en conjunto con el nombre de cenizas. El componente principal de las cenizas es el potasio. También se encuentran en concentraciones elevadas el calcio, el magnesio, el fósforo, el azufre y el cloro; en concentraciones substancialmente menores están el sodio y el hierro. También se encuentran trazas de minerales esenciales para la vida como el zinc, cobre manganeso, cobalto, molibdeno y yodo (Studer, Daepf y Suter, 1996).

El contenido de cenizas de los jugos analizados fue similar al reportado por Filardo, (2002), para el jugo de tuna *Opuntia spp.* (0.2%). Sin embargo, estos valores son inferiores al 0.3-0.8% reportado para frutas en general y al 0.4-1% reportado por Sáenz y Sepúlveda (2001) y Duru y Turker (2005) para pulpa de tuna y tuna *Opuntia ficus- indica*, respectivamente.

La información acerca del contenido mineral de la tuna es escasa. Sin embargo, algunos reportes indican que los principales minerales encontrados en 100 g de pulpa de tuna *Opuntia ficus-indica*, con un valor de 0.44% de cenizas fueron: Ca (27.6 mg), Mg (27.7 mg), Na (0.8 mg), K (161 mg), P (15.4 mg) y Fe (1.5 mg) (Sawaya *et al.*, 1983; Barbera *et al.*, 1995). Gurrieri, *et al.*, (2000)



reportaron 1.7-2.9 ppm de Mn, 0.3-0.4 ppm Zn y 0.6-1.2 ppm de Fe para cultivares amarillos y blancos de tuna *Sicilian*. Paredes, (1973) reportó valores de 20.55 mg/100g de P, 0.42 mg/100g de Fe y 18.0 mg/100 g de Ca en jugo de tuna *Opuntia* spp.

El contenido de cenizas podría verse influenciado por la composición del suelo de la zona productora (Valdes, 1989).

### c. Proteína

Las proteínas y otros compuestos nitrogenados sólo están contenidos en frutas y bayas en pequeñas cantidades. La fruta de pepita contiene 0.2-0.5% de proteína bruta, la fruta con hueso el 0.5-1.0% y las bayas el 0.5-1.5%. Los jugos de fruta por lo regular contienen menos proteína que la fruta entera (Studer *et al.*, 1996).

El contenido de proteína (tabla 6) difiere significativamente en los jugos de las dos variedades de tuna analizadas. El jugo de tuna blanca presenta un mayor contenido de proteína que el jugo de tuna roja, sin embargo, ambos valores son inferiores al reportado por Paredes (1973) para el jugo de tuna *Opuntia* spp. (0.5%) y al reportado para la tuna cardona (0.30%) (INNSZ, 1996). El contenido de proteína del jugo de tuna blanca se encuentra en el límite inferior (0.21-1.6%) reportado por Sáenz y Sepúlveda (2001).

La variación de los datos obtenidos con respecto a lo reportado, puede estar influenciada por factores como la zona productora, época de recolección, procedencia del fruto, edad de la planta, etc. (Flores, 1977).

### d. Fibra

El contenido de fibra no se determinó debido a que en ambos jugos fue retirada la semilla, y la fibra se encuentra principalmente en éstas (Flores, 1977). Paredes, (1973) reportó la ausencia de fibra en jugo de tuna *Opuntia* spp. sin semillas.

### 5.1.2 Contenido de azúcares en los jugos de tuna de *O. albicarpa* (blanca) y *O. robusta* (roja)

Los azúcares más importantes de las frutas son la sacarosa, la glucosa y la fructosa, el azúcar predominante varía con el tipo de fruto de que se trate. La glucosa y fructosa se encuentran en todas las frutas y con frecuencia en tasas similares. El principal atractivo sensorial de las frutas deriva de su contenido en azúcar y del sabor dulce que tienen los azúcares, que es uno de los preferidos por los seres humanos (Wills *et al.*, 1998).

#### a. Contenido de azúcares en los jugos frescos de tuna de *O. albicarpa* y *O. robusta*

Los azúcares encontrados en los jugos frescos de tuna blanca y roja analizados fueron la glucosa como azúcar predominante y en segundo lugar se encontró la fructosa. En concordancia con estos resultados, algunos autores han reportado un contenido de aproximadamente 53% de glucosa y el remanente de fructosa para la pulpa de tuna (Sawaya *et al.*, 1983). El jugo de tuna blanca contenía aproximadamente el doble de fructosa que el jugo de tuna roja. En ambos jugos se detectó la presencia de glucano en muy bajas concentraciones, aunque el valor obtenido para el jugo de tuna roja fue ligeramente superior (tabla 7).

Variedad	Glucano (mg/mL)	Glucosa (mg/mL)	Fructosa (mg/mL)
<i>Opuntia albicarpa</i>	2.6	77.4	63.4
<i>Opuntia robusta</i>	4.8	72.8	30.5

Tabla 7. Resultados del contenido de azúcares en los jugos de tuna frescos.

No se detectó la presencia de sacarosa en los jugos de tuna de las variedades estudiadas aunque Sawaya *et al.*, (1983) reportaron muy bajas cantidades de sacarosa en pulpa de tuna *Opuntia ficus indica*. La tuna se puede considerar como un fruto con un alto contenido de glucosa (alrededor

de 75 mg/mL), comparable con otras frutas como la uva (80 mg/ml), cereza (60 mg/ml), litchi (80 mg/ml) y granada (80 mg/ml) por citar algunos ejemplos. Con respecto al contenido de fructosa, el valor observado para el jugo fresco de tuna blanca (63.4mg/ml), concuerda con frutos que presentan un contenido similar, como la manzana (60mg/ml) y la pera (70 mg/ml) (Wills *et al.*, 1998).

### **b. Contenido de azúcares en el jugo de tuna roja (*O. robusta*) almacenada durante 8 meses a -10 y -20 °C**

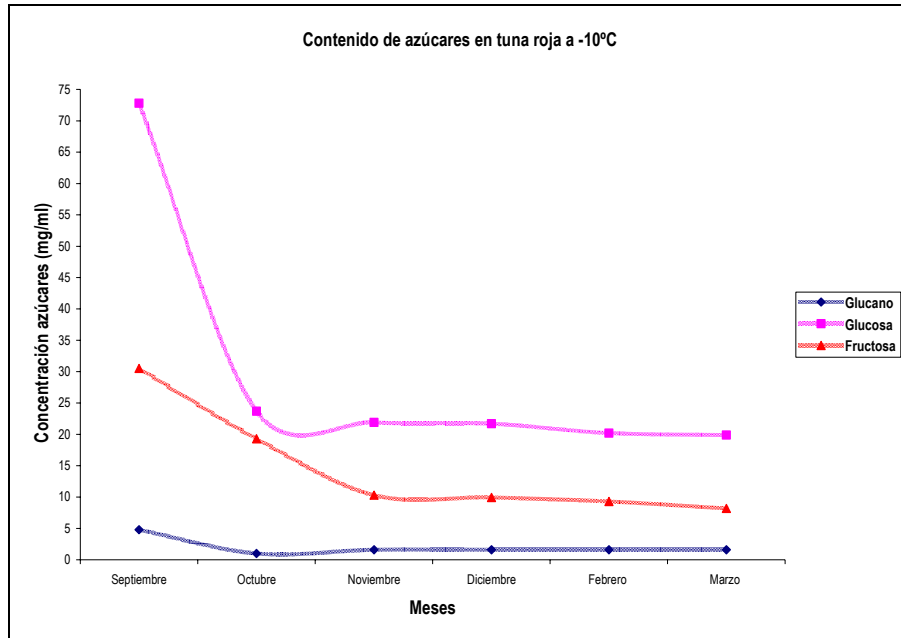
En el primer mes de almacenamiento del jugo de tuna roja a -10°C, se observó una disminución drástica del contenido de glucosa en casi dos terceras partes, el contenido de fructosa disminuyó en casi la mitad de su contenido inicial mientras que el contenido de glucano fue el menos afectado durante este periodo (gráfica 2). Estos resultados concuerdan con los reportados en otros estudios, donde se ha observado también una disminución en el contenido de glucosa en el jugo de fresa almacenado a -10°C durante 8 meses de almacenamiento (Torreggiani *et al.*, 1999).

En los siguientes meses de almacenamiento, el contenido de glucosa presentó pocas variaciones, mientras que la fructosa presentó otra disminución importante en el segundo mes de almacenamiento; Posteriormente sólo se observaron ligeras variaciones en el contenido de este azúcar. En cuanto al glucano, a partir del segundo mes de almacenamiento se observaron pocas variaciones en su concentración (gráfica 2).

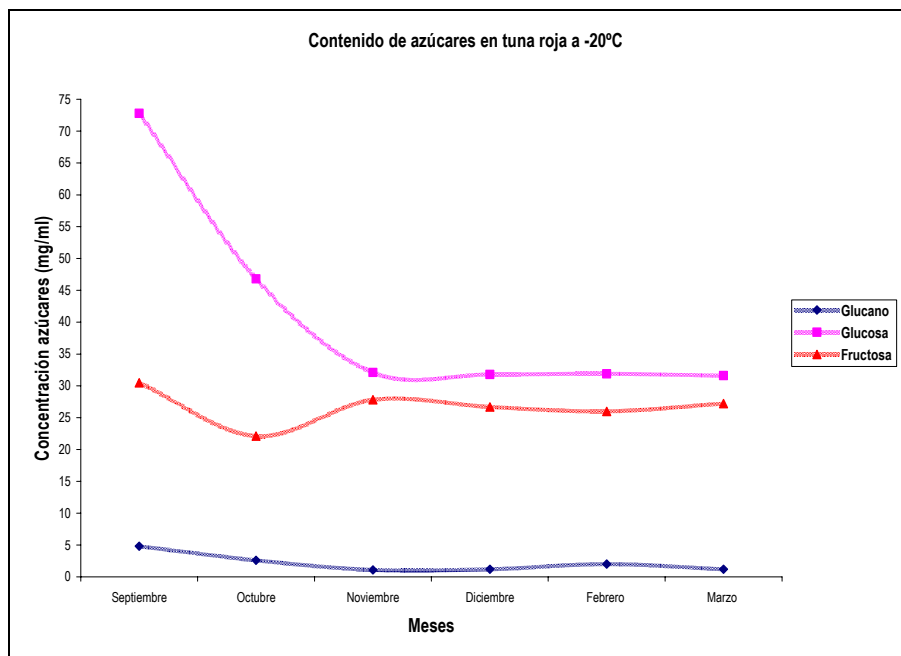
Durante el almacenamiento a -20° C, el contenido de glucosa disminuyó notablemente (gráfica 3) en el primer mes, reduciéndose hasta menos del 50% al final del segundo mes, los meses restantes, el contenido de glucosa se mantuvo casi constante. En cuanto a la fructosa, durante el primer mes de almacenamiento se observó que su contenido disminuyó aproximadamente una tercera parte, para observarse ligeras variaciones durante el periodo de almacenamiento restante. El contenido de glucano disminuyó hasta casi el 50% durante el primer mes de almacenamiento, sin embargo, a partir del

## Resultados y discusión

segundo mes de almacenamiento se observaron pocas variaciones en su concentración (gráfica 3).



Gráfica 2. Resultados del contenido de azúcares presentes en el jugo de tuna roja a -10°C.



Gráfica 3. Resultados del contenido de azúcares presentes en el jugo de tuna roja a -20°C.

### c. Contenido de azúcares en el jugo de tuna blanca (*O. albicarpa*) almacenada durante 8 meses a -10 y -20 °C

Durante el primer mes de almacenamiento del jugo de tuna blanca a -10°C se observó una disminución del contenido de glucosa en casi dos terceras partes, el contenido de fructosa disminuyó aproximadamente una tercera parte de su contenido inicial y el contenido de glucano se redujo a menos del 50%, siendo el azúcar menos afectado durante este primer mes de almacenamiento (gráfica 4).

En el segundo mes de almacenamiento, el contenido de glucosa presentó otra variación importante, mientras que la fructosa presentó otra disminución en el segundo mes de almacenamiento, posteriormente sólo se observaron ligeras variaciones en el contenido de estos azúcares. En cuanto al glucano, a partir del segundo mes de almacenamiento se observaron pocas variaciones en su concentración (gráfica 4).

Durante el primer mes de almacenamiento a -20°C el contenido de glucosa disminuyó en menos del 50% (gráfica 5), en cuanto a la fructosa, se observó también una disminución del 50% del contenido inicial. Al igual que en el almacenamiento a -10°C, (gráfica 4), el contenido de glucano se redujo a menos del 50% durante el primer mes de almacenamiento.

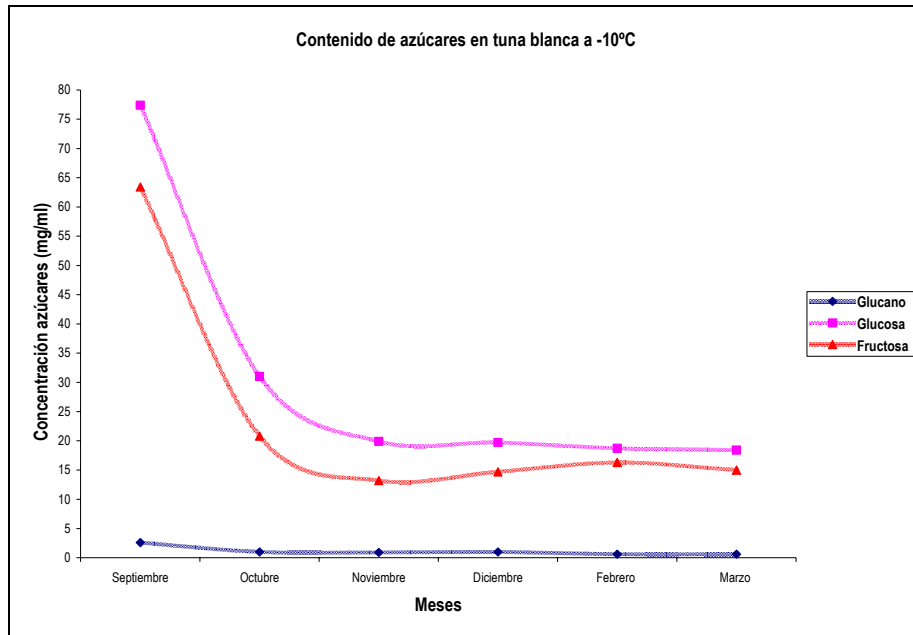
En el segundo mes de almacenamiento se observó que la glucosa disminuyó hasta un 50% del contenido inicial, en los siguientes meses este valor solo presentó ligeras variaciones. El contenido de fructosa y glucano se mantuvo casi constante durante los siguientes meses de almacenamiento (gráfica 5).

La disminución de azúcares observada en los jugos de tuna roja y blanca almacenados a -10°C y a -20°C podría deberse a un proceso fermentativo en el cual los azúcares son degradados (Seseña *et al.*, 2002); Así como también, podría ser debido a una hidrólisis de los azúcares durante el almacenamiento en congelación (Torreggiani *et al.*, 1995).

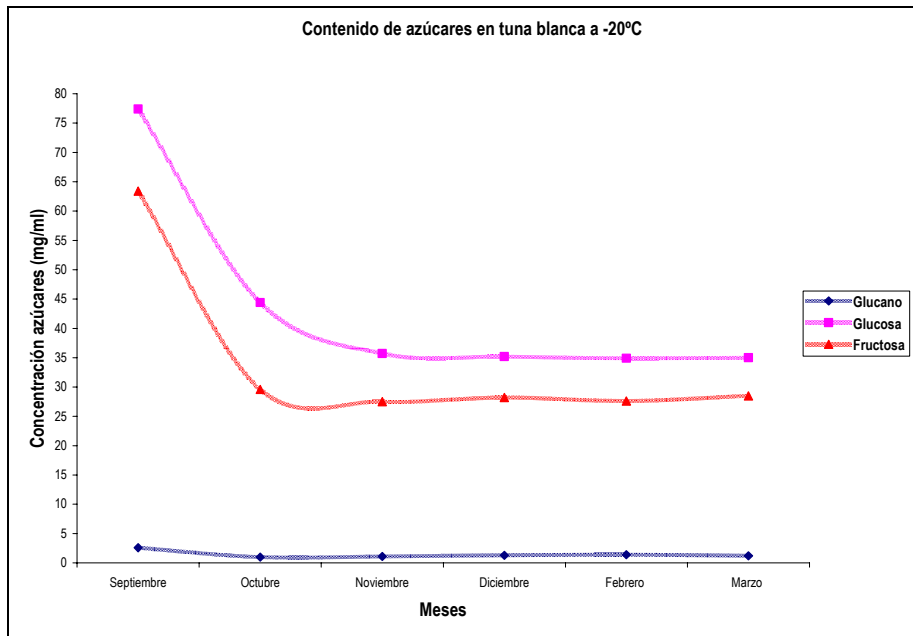
Durante el almacenamiento a -20°C se observó una mejor conservación de los azúcares glucosa y fructosa que en el almacenamiento a -10°C. Esto

## Resultados y discusión

podría deberse al retraso del proceso fermentativo, como resultado de una menor temperatura de congelación a la que fueron expuestos los jugos (Seseña *et al.*, 2002).



Gráfica 4. Resultados del contenido de azúcares presentes en el jugo de tuna blanca a -10°C.



Gráfica 5. Resultados del contenido de azúcares presentes en el jugo de tuna blanca a -20°C.

## 5.2 ANÁLISIS SENSORIAL

### 5.2.1 RECLUTAMIENTO, SELECCIÓN Y ENTRENAMIENTO DE JUECES

#### a. Reclutamiento

Para el reclutamiento de jueces se recurrió a anuncios por medio de carteles. Las personas interesadas fueron convocadas para la realización de una entrevista personal, a fin de recabar datos para la preselección.

Los criterios utilizados para realizar la preselección fueron fundamentalmente el interés y motivación personal por el tema y la disponibilidad de tiempo (en función de su situación profesional o personal). También se tomaron en cuenta criterios de importancia secundaria como el sexo, la edad y la condición de fumador, entre otros.

En base a dichos criterios se preseleccionaron 30 personas.

#### b. Selección

El objetivo principal de esta etapa fue conocer la sensibilidad de los candidatos y familiarizarlos con los métodos y con los materiales utilizados en el análisis sensorial.

Los candidatos fueron sometidos a las pruebas descritas en material y métodos a lo largo de cinco semanas.

Las pruebas realizadas cada semana se detallan a continuación:

SEMANA	PRUEBAS
1	Identificación de sabores fundamentales Pruebas triangulares con sabores fundamentales
2	Identificación de sabores fundamentales Pruebas triangulares con sabores fundamentales Reconocimiento de olores
3	Prueba A NO A con sabores fundamentales Reconocimiento de olores
4	Identificación de sabores fundamentales Prueba de sabores fundamentales Reconocimiento de aromas
5	Prueba dúo-trío con sabores fundamentales Reconocimiento de olores

En las pruebas de sensibilidad a lo largo de las sesiones de selección se fueron disminuyendo las concentraciones de las distintas sustancias patrón utilizadas (tomando como base las indicadas en la Norma UNE 87-003-95.1995) a medida que los futuros jueces aprendían a reconocer los diferentes sabores y a memorizarlos.

Dicha metodología permitió reconocer a los candidatos con mayor sensibilidad y trabajar más con aquellos otros que presentaba una dificultad específica a un estímulo.

El cómputo del número de respuestas correctas permitió conocer el progreso de cada candidato.

En cuanto a las pruebas de diferenciación, se comprobó con las pruebas triangulares de sabores realizadas a lo largo de varias semanas de entrenamiento, que un 90% de los jueces poseían capacidad discriminativa, comparado para ello los resultados obtenidos con los valores que figuran en la tabla de la ley binomial para un nivel de significación del 0.5%. En las pruebas A-No A realizadas con sabores, considerando el porcentaje de aciertos en los juicios emitidos por los jueces, se comprobó asimismo que éstos poseían capacidad discriminativa. En la prueba dúo-trío, comparando los niveles obtenidos con los tabulados de la ley binomial, para un nivel de significación del 0.5%, el resultado fue que los jueces no detectaron las diferencias entre las dos muestras presentadas. En las dos pruebas triangulares de olores, se obtuvo un 45% de aciertos.

En función de los resultados obtenidos (en las pruebas de sensibilidad y en las pruebas discriminativas) en esta fase, el grupo se redujo a 10 personas.

### **c. Entrenamiento**

El entrenamiento se llevó a cabo con las 10 personas seleccionadas en la fase anterior.

Esta tercera fase se inició con la selección de los descriptores o términos más adecuados para evaluar los jugos de tuna y establecer sus perfiles sensoriales. Para ello, a los jueces se les entregó una lista con los apartados que se consideraron fundamentales para describir el producto. Los jueces



completaron dichos apartados con los descriptores que consideraron más adecuados en presencia de diferentes muestras de jugo de tuna blanca y roja.

Los diferentes descriptores se seleccionaron y ordenaron de forma que ofreciesen una información detallada acerca de las características sensoriales del jugo de tuna, siguiendo la secuencia lógica de su percepción.

También se eligieron las escalas que permitieran cuantificar los diferentes descriptores, optándose por las escalas semiestructuradas de 15 cm con un máximo y un mínimo, donde el punto mínimo representa el valor más bajo de intensidad de cada uno de los descriptores evaluados y el punto máximo representa el más alto. Se utilizaron también términos tales como la ausencia o presencia en determinados descriptores que no interesaba cuantificar. Asimismo, los jueces podían completar algunos de los parámetros (olor, aroma y regusto) con términos que, a su juicio, matizaban la definición sensorial del producto.

Una vez seleccionados los descriptores con sus escalas, y confeccionada la ficha, cada juez analizaba individualmente el producto y, posteriormente, se discutían las dificultades encontradas y se comentaban las calificaciones para aunar criterios y unificar opiniones. De esta manera, durante cuatro meses los jueces analizaron rigurosamente y discutieron los distintos descriptores propuestos en la ficha, tanto en lo que se refiere a su definición, como a su cuantificación y forma de evaluación.

Esta fase, que resulta ardua y laboriosa es muy importante para la buena marcha del análisis, puesto que es fundamental que los términos seleccionados sean precisos, no lleven implícito ningún significado de aceptación o rechazo y, sobre todo, que signifiquen lo mismo para los jueces y para el director.

Para definir los descriptores utilizados en esta ficha de cata, los jueces utilizaron los términos del vocabulario de Análisis sensorial de la Norma UNE 87-001-94 (1994). En algún caso recurrieron también a las definiciones del diccionario. En cuanto a la forma de evaluación del olor y el aroma, ésta se llevó a cabo según la metodología descrita por Fortín y Desplancke (2001) y AENOR.

A lo largo de las sesiones, los jueces identificaron y memorizaron algunos de los olores y aromas característicos de los jugos de tuna y aprendieron a detectar posibles alteraciones.

### **d. Evaluación de los jugos de tuna por los jueces entrenados**

Las evaluaciones fueron realizadas por 8 de los jueces que participaron en la construcción del perfil del jugo fresco, 6 mujeres y 2 hombres cuyas edades oscilaron entre los 28 y los 36 años.

### **5.3 CONTROL DE LA EFICACIA DE LOS JUECES**

Al ser los jueces los instrumentos de medida utilizados en Análisis Sensorial hay que comprobar su eficacia evaluando la consistencia de sus respuestas (Durán y Calvo, 1982). Para realizar el control de la reproducibilidad individual se decidió seleccionar cuatro muestras de cada tipo de jugo de tuna bajo estudio, de las cuales se realizaron dos repeticiones.

Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de la varianza de un factor, siendo este factor las repeticiones, para cada juez y cada atributo evaluado.

Los resultados obtenidos al analizar las diferencias en las calificaciones de los candidatos para cada atributo en las distintas sesiones indican que todos ellos son capaces de dar respuestas reproducibles, ya que con una probabilidad del 95% (nivel de significación del 0.05) no se han obtenido diferencias significativas entre las respuestas dadas para cada atributo.

### **5.4 CONSTRUCCION DE PERFILES SENSORIALES**

#### **5.4.1 Construcción del perfil sensorial de olor de los jugos de tuna fresca**

En esta primera etapa se construyó un perfil sensorial de olor de cada uno de los jugos de tuna frescos con ayuda de la metodología de estimación de magnitudes definida en la Norma ISO 11056:1999 (Magnitud Estimation Method) y la metodología general para la construcción de perfiles sensoriales ISO 13299:2003 (General guidance for establishing a sensory profile).

---

## *Resultados y discusión*

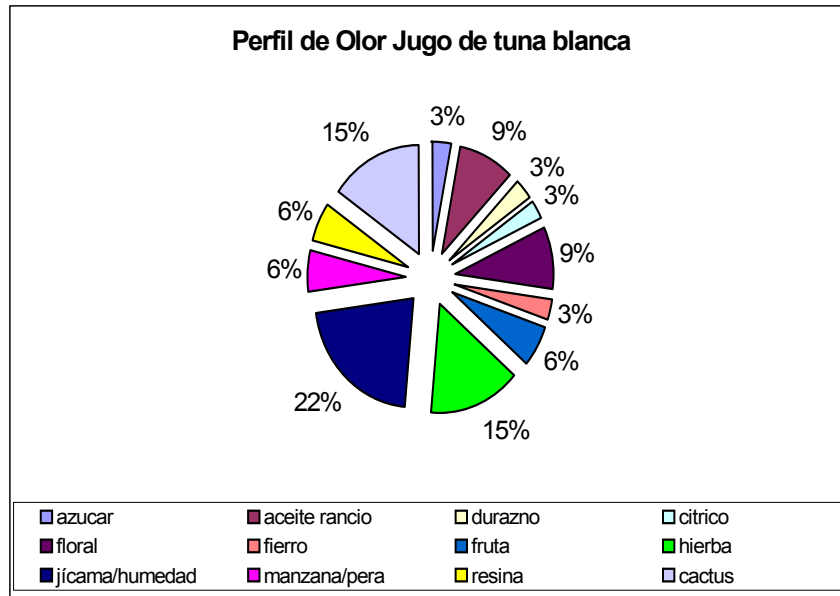
Para el jugo de tuna blanca se propuso una lista inicial de 25 descriptores y para el jugo de tuna roja se propuso una lista original de 15 términos, éstas se redujeron eliminando los descriptores que resultaban similares, redundantes, los que no eran percibidos por la mayoría de los jueces y aquellos para los cuales no hubo consenso en el significado.

Para el jugo de tuna blanca, la lista inicial se redujo a 12 descriptores que se clasificaron en dos tipos: descriptores frutales: jícama/humedad, manzana/pera, durazno, fruta y cítrico; y descriptores no frutales: azúcar, floral, aceite rancio, fierro, resina, hierba y cactus.

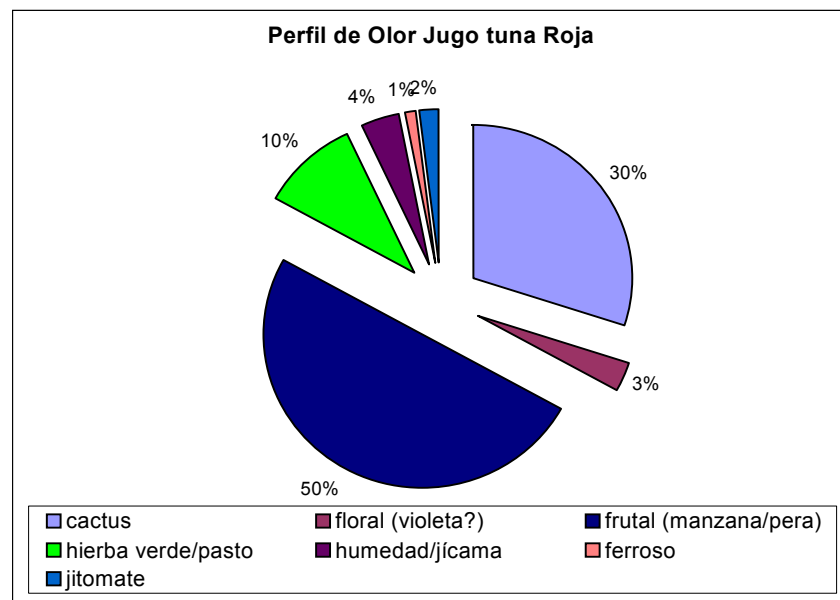
Para el jugo de tuna roja quedaron sólo 7 descriptores, que fueron: humedad/jícama, frutal (manzana/pera), cactus, hieba verde/pasto, jitomate, floral (violeta) y ferroso.

En las gráficas 6 y 7 se presentan los perfiles de olor del jugo de tuna blanca y roja respectivamente. En el caso del jugo de tuna roja la nota frutal (manzana/pera) fue el principal descriptor de olor, seguido de los descriptores cactus y hierba, mientras que para el jugo de tuna blanca el principal descriptor de olor fue jícama/humedad siguiéndole los descriptores hierba y cactus en igual porcentaje.

También se observó que la nota cactus fue el segundo descriptor más importante para ambos tipos de jugo. Al parecer, el descriptor hierba tuvo una menor aportación a la identidad del olor (10%) en el jugo de tuna roja con respecto al jugo de tuna blanca (15%).



Gráfica 6. Perfil de olor del jugo fresco de tuna blanca



Gráfica 7. Perfil de olor del jugo fresco de tuna roja.

#### 5.4.2 Sensaciones Gustativas de los jugos de tuna frescos

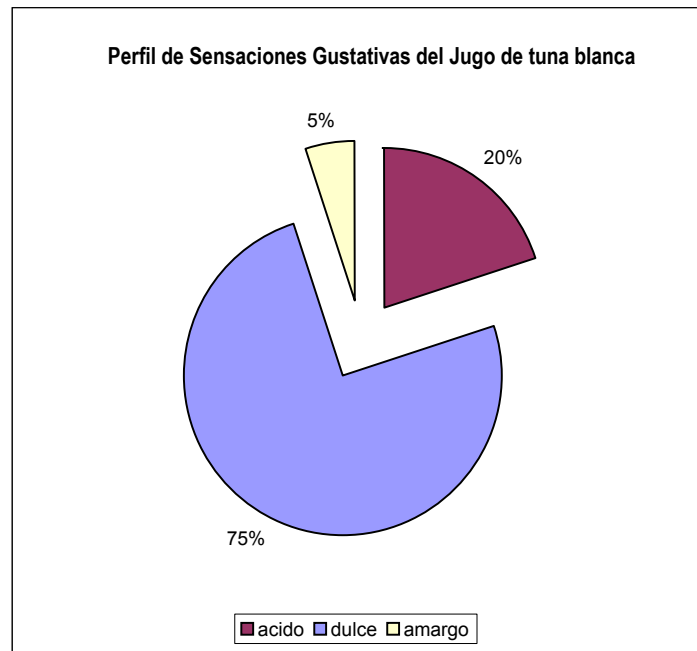
En la preparación de jugos de frutas en general, prácticamente resultan inalterados azúcares, ácidos y sales minerales (Studer, Daep y Suter, 1996). El alto contenido de azúcares y la baja acidez de la tuna, provoca que tanto la fruta como el jugo sean muy dulces y deliciosos (Piga, 2004).

## Resultados y discusión

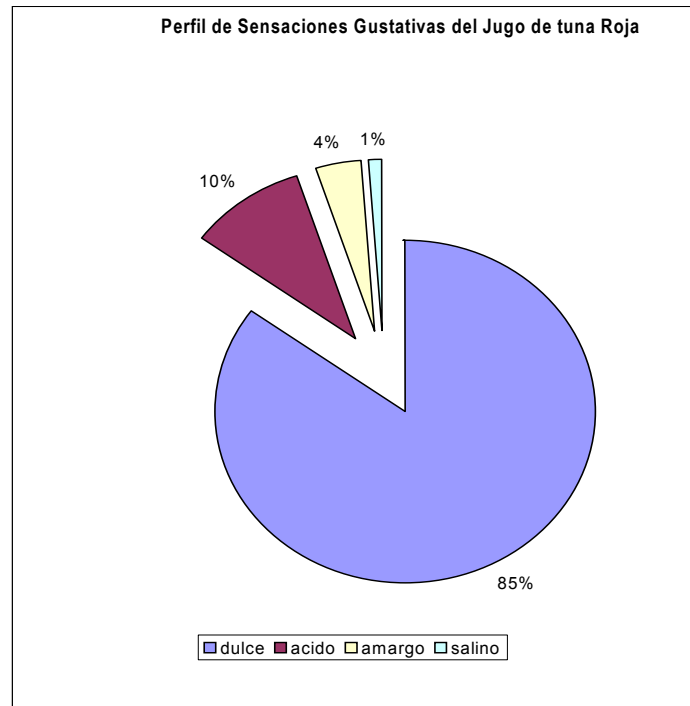
Las gráficas 8 y 9 muestran las sensaciones gustativas percibidas en el jugo de tuna blanca y roja respectivamente. Para ambos jugos, se observó que la sensación gustativa predominante fue dulce, (aunque el jugo de tuna roja fue ligeramente más dulce), seguida de ácido y amargo aunque en el caso de la tuna roja, el valor de la sensación gustativa ácido correspondía al 50% del valor observado para el jugo de tuna blanca. La contribución del amargo al perfil de sensaciones gustativas fue muy semejante para ambos jugos.

La sensación salina se percibió en trazas (1%) solo en el jugo de tuna roja.

La sensación astringente fue la única sensación trigeminal percibida en los productos evaluados. Sin embargo, en el jugo de tuna blanca fue significativamente más intensa.



Gráfica 8. Perfil de sensaciones gustativas del jugo fresco de tuna blanca.



Gráfica 9. Perfil de sensaciones gustativas del jugo fresco de tuna roja.

### 5.4.3. Evolución del perfil de olor de los jugos de tuna a lo largo de 8 meses de almacenamiento a -10 y -20°C

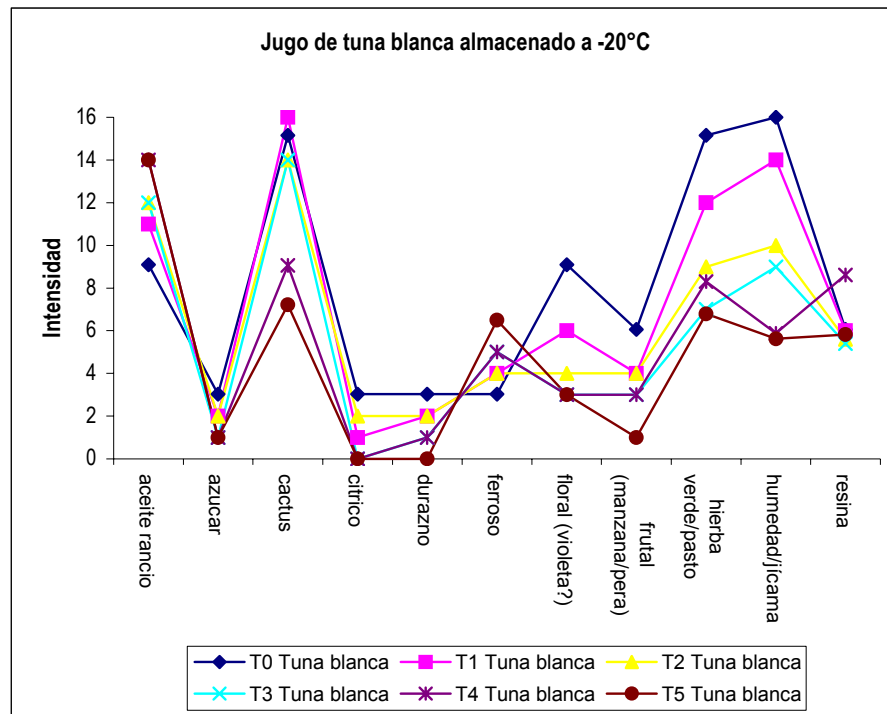
#### a. Jugo de tuna blanca

Para el jugo de tuna blanca, los descriptores que cambiaron en intensidad a lo largo del tiempo fueron: aceite rancio, cactus, floral, hierba verde/pasto y jícama/humedad (gráfica 10), a excepción de los descriptores aceite rancio y ferroso, que fueron aumentando de manera proporcional con el tiempo, la intensidad percibida de los descriptores fue disminuyendo.

Para el jugo de tuna blanca, almacenado a -20°C los descriptores afectados de manera significativa fueron:

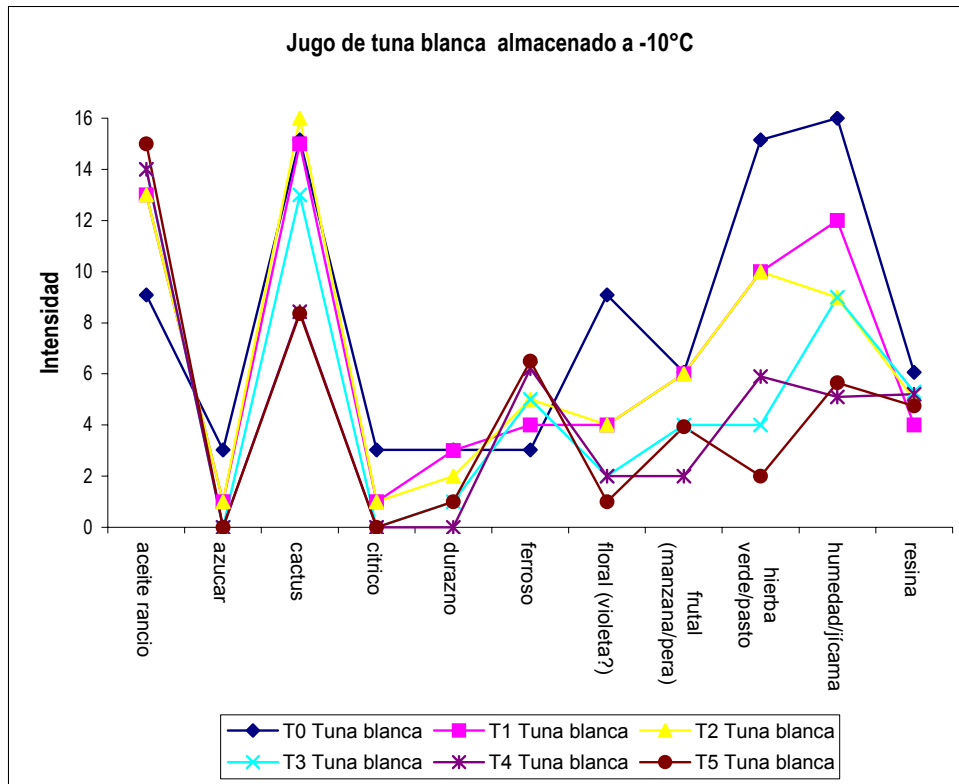
- Aceite rancio: principalmente entre el tiempo cero y el último muestreo, es decir 8 meses.
- Cactus: principalmente entre las muestras correspondientes a los tiempos 0 a 3 y las dos muestras de los tiempos 4 y 5.

- Floral (violeta): de manera significativa solo entre las muestras de jugo correspondientes al tiempo cero y el final del estudio (8 meses).
- Hierba verde: entre las muestras de los tiempos cero y 1 y el resto de las muestras.



Gráfica 10. Evolución del perfil de olor de jugo de tuna blanca a lo largo del tiempo y almacenado a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

En el caso del jugo de tuna blanca almacenado a  $-10^{\circ}\text{C}$  (gráfica 11), la intensidad del descriptor rancio se elevó significativamente entre el jugo en el tiempo cero y el resto de los jugos. En cuanto al descriptor cactus, la disminución de su intensidad fue significativa sólo entre el jugo del tiempo 5 y los otros jugos. Los descriptores floral, hierba verde y jícama/humedad, disminuyeron de manera significativa y más rápidamente que en el caso de los mismos descriptores en los jugos almacenados a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

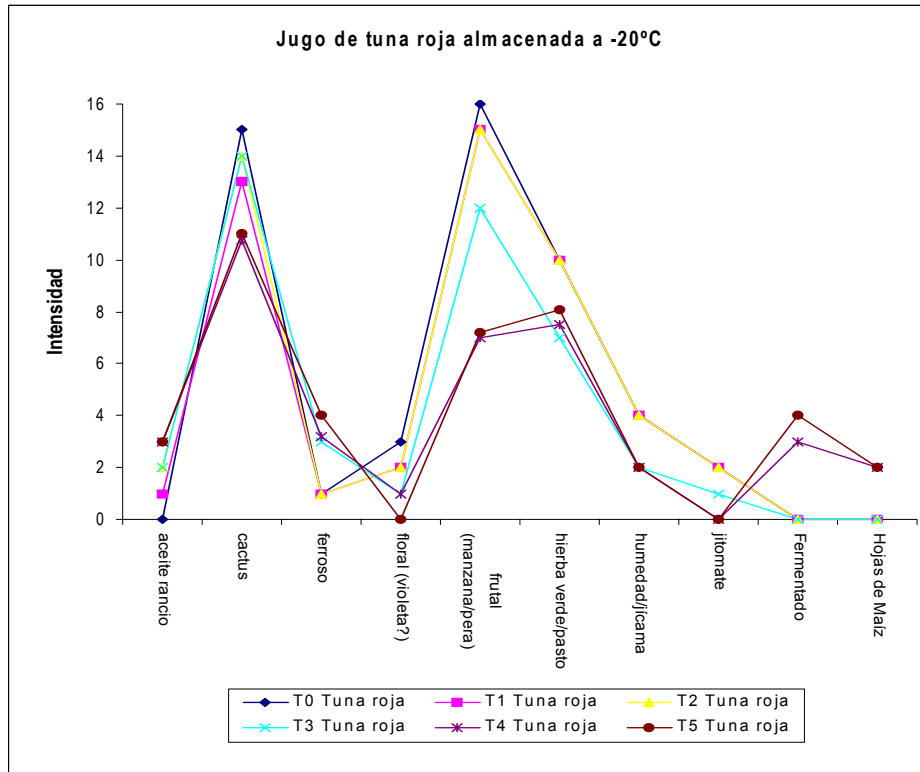


Gráfica 11. Evolución del perfil de olor de jugo de tuna blanca a lo largo del tiempo y almacenado a -10°C

### b. Jugo de tuna roja

En el caso del jugo de tuna roja almacenado a -20°C (gráfica 12), al igual que en el jugo de tuna blanca los descriptores cactus y hierba verde fueron modificados de manera significativa a lo largo del almacenamiento. Sin embargo, los descriptores aceite rancio y floral, presentaron variaciones muy leves, no significativas; en cambio, el descriptor frutal (manzana) fue el que mostró cambios claramente significativos. A diferencia del jugo de tuna blanca, en el que no aparecieron olores nuevos diferentes a los del jugo fresco, en el caso del jugo de tuna roja, aparecieron dos nuevos descriptores: fermentado y hojas de maíz. Ueda e Iwata (1982) reportaron el deterioro del aroma en dos cultivos de fresa almacenada a -20°C, durante la refrigeración y almacenamiento en congelación, mostrando que a un tiempo mayor de almacenamiento se reduce el olor y la fragancia natural de esta fruta.



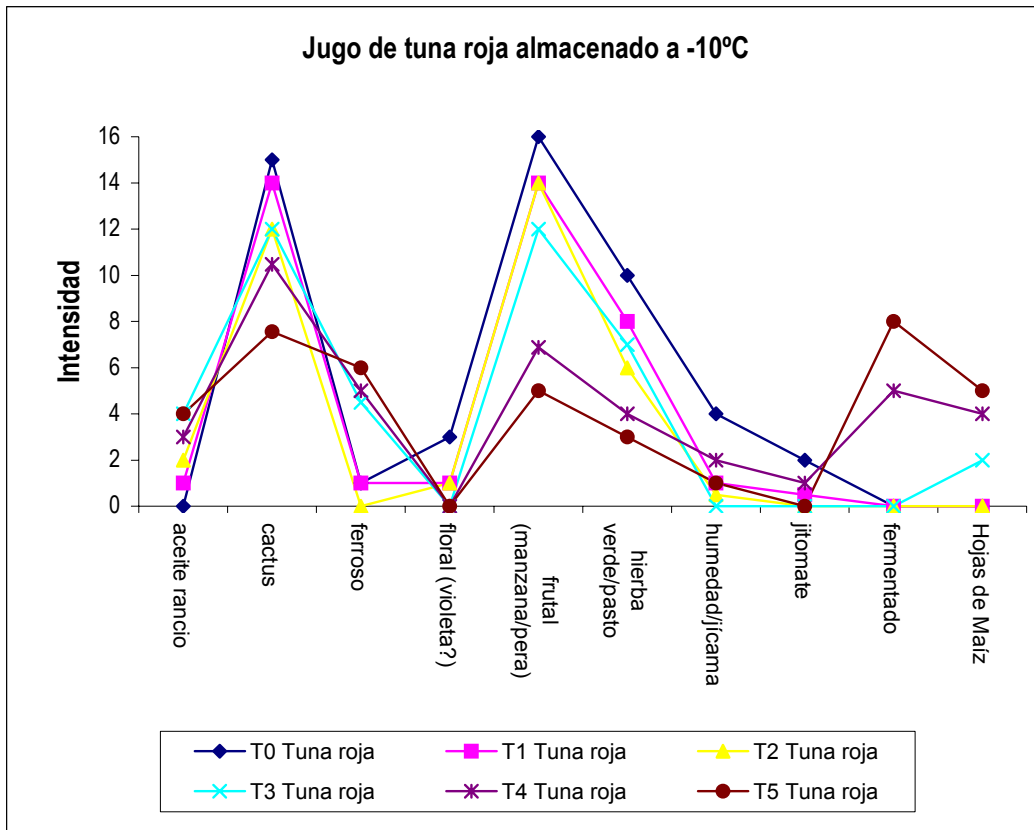


Gráfica 12. Evolución del perfil de olor de jugo de tuna roja a lo largo del tiempo y almacenado a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

En el caso del jugo de tuna roja almacenado a  $-20^{\circ}\text{C}$ , sólo los descriptores frutal y hierba verde mostraron diferencias significativas en cuanto a la intensidad percibida. Para el descriptor frutal se observó una diferencia significativa entre la intensidad percibida en los jugos a los tiempos 0, 1 y 2 respecto a los de los tiempos 3, 4 y 5. De igual manera, la intensidad de la nota frutal del jugo de tuna al tiempo 3 fue significativamente mayor que en los jugos de los tiempos 4 y 5.

Para el jugo de tuna roja almacenado a  $-10^{\circ}\text{C}$  (gráfica 13), se observó que el descriptor ferroso, presentó diferencias significativas entre los jugos de los tiempos 0, 1 y 2 y los jugos de los tiempos 3, 4 y 5.

Los descriptores frutal y hierba verde mostraron diferencias significativas en los jugos de los tiempos 0, 1, 2 y 3 y los jugos correspondientes a los tiempos 4 y 5. Finalmente, los nuevos descriptores: fermentado y hojas de maíz, fueron más intensos en los jugos correspondientes a los tiempos 4 y 5.



Gráfica 13. Evolución del perfil de olor de jugo de tuna roja a lo largo del tiempo y almacenado a -10°C

Los resultados obtenidos en nuestra investigación revelan que después de 8 meses de almacenamiento a -20°C, el perfil de olor de ambos jugos de tuna presentó menos cambios en la intensidad de los descriptores analizados que en los jugos almacenados a -10°C, aunque en el jugo de tuna roja, después de aproximadamente 6.5 meses de almacenamiento bajo congelación, se detectaron olores asociados con la fermentación, especialmente a -10°C. A pesar de esta observación podemos concluir que ambos jugos podrían ser conservados mediante congelación a -20°C por aproximadamente 6-8 meses, sin que esto provocara cambios significativos en su calidad sensorial. Existen escasos trabajos de investigación acerca del almacenamiento en frío (Corrales, Andrade y Bernabé, 1997) o en congelación, tanto de la tuna como de sus derivados, sin embargo, los resultados observados en la calidad sensorial de los jugos de tuna estudiados, concuerdan con aquellos reportados por diversos autores para otras frutas y sus productos: Hernández y Villegas (1986) evaluaron sensorialmente pulpa de manzana, piña y guayaba

almacenadas a  $-15^{\circ}\text{C}$  durante seis meses y observaron moderadas disminuciones en la calidad sensorial de las mismas. Venning *et al.* (1989) estudiaron los cambios sensoriales en pulpa de kiwi almacenada bajo varias condiciones (“ideales” a temperaturas de almacenamiento de  $-35^{\circ}\text{C}$  y “comerciales” a  $-18^{\circ}\text{C}$ ) por un periodo superior a 12 meses. La evaluación sensorial realizada reveló que no existieron diferencias en la intensidad total del olor y sabor en ninguno de los intervalos de análisis entre las muestras de pulpa bajo los dos tratamientos. Estos autores concluyeron que las propiedades sensoriales de la pulpa de kiwi fueron relativamente estables durante almacenamiento prolongado bajo condiciones comerciales adecuadas (almacenamiento a  $-18^{\circ}\text{C}$ ). El-Ashwah *et al.* 1974, (citado por Lester, 1995) utilizaron la evaluación sensorial para determinar los cambios ocurridos durante el almacenamiento bajo congelación ( $-12^{\circ}\text{C}$ ) del jugo de lima y concluyeron que el jugo de lima podría ser almacenado con éxito a  $-12^{\circ}\text{C}$  sin pasteurización o algún tratamiento químico durante al menos 10 meses. Ramana *et al.* (1984) estudiaron los cambios sensoriales de néctar de mango elaborado con pulpa congelada a  $-40^{\circ}\text{C}$  y almacenada a  $-18^{\circ}\text{C}$  por periodos superiores a los 14 meses. Estos autores observaron que aunque la pulpa de mango congelada presentó características sensoriales inferiores cuando fue comparada con la pulpa de mango en almíbar (con respecto al color, aroma, sabor y calidad global), cuando se evaluaron sensorialmente los néctares elaborados con ambas pulpas se obtuvieron resultados similares.

### 6. CONCLUSIONES

- La glucosa y fructosa son los azúcares predominantes en los jugos de tuna de *O. albicarpa* (tuna blanca) y *O. robusta* (tuna roja).
- La concentración de glucosa disminuyó rápidamente en los primeros meses de almacenamiento en comparación con la fructosa a ambas temperaturas de estudio. Lo que podría sugerir que la glucosa haya sido utilizada como sustrato de algún microorganismo presente en la muestra.
- El almacenamiento de los jugos de tuna blanca y roja a  $-20^{\circ}\text{C}$  permite una mejor conservación de los azúcares glucosa y fructosa, comparado con el almacenamiento a  $-10^{\circ}\text{C}$ .
- La disminución en la concentración de los azúcares presentes en ambos jugos de tuna a lo largo del almacenamiento a bajas temperaturas podría deberse a procesos fermentativos, lo cual podría corroborarse por la aparición del descriptor “fermentado”, en el perfil de olor.
- La evaluación sensorial realizada permitió definir a través de descriptores, un perfil de olor de los jugos de tuna frescos de *O. albicarpa* y *O. robusta*. Este podría ser utilizado como un parámetro de calidad en la conservación de las propiedades del jugo de tuna.
- El perfil de olor de ambos jugos de tuna presentó menos cambios en la intensidad de los descriptores, analizados después de 8 meses de almacenamiento a  $-20^{\circ}\text{C}$ , que en los jugos almacenados a  $-10^{\circ}\text{C}$ .
- La congelación del jugo de tuna de *O. robusta* y *O. albicarpa*, a  $-20^{\circ}\text{C}$  por 6 y 8 meses respectivamente, es una alternativa de conservación interesante ya que permite conservar la calidad sensorial de los jugos, contribuyendo a disminuir las pérdidas de este fruto.

## 7. PERSPECTIVAS

- Resultaría interesante realizar un estudio global para saber si el método de conservación por congelación es rentable para los productores de tuna.
- Realizar un análisis microbiológico permitiría conocer la población microbiana presente en los jugos de tuna con lo que sería posible determinar si la degradación de azúcares se debe a procesos fermentativos. Por otro lado, este análisis nos indicaría la calidad sanitaria de los jugos.
- El interés en los productos alimenticios congelados ha ido en aumento, por lo que es necesario optimizar procesos de congelación para el ahorro de energía, costos y obtener productos de alta calidad.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Amerine, M. A.; Pangborn, R. M. y Roessler, E. B. (1965). Principles of Sensory Evaluation of Foods. *Academic Press*. New York y London.

Anzaldúa, M. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.

Anzaldúa, M. A. y Vernon, E. J. (1986). Description and some applications of the "PAM" penetrometer. *Theor. Appl. Dev. Rheology* 1, 115.

Anzaldúa, M. A.; Léver, C. y Vernon, E. J. (1983). Nuevos métodos de evaluación sensorial y su aplicación en reología y textura. *Tecnología Alimentaria*. 18 (5), 4.

Arenas de Moreno, L.; Marín, M.; Peña, D.; Toyo, E y Sandoval, L. (1999). Contenido de humedad, materia seca y cenizas totales en guayabas (*Psidium guajava* L.) cosechadas en granjas del municipio Mara del estado Zulia.

A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists (1990). Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> edition. Vol. II. Edited by Kenneth Helrich. 777-781, 1095-1096.

Barbera, G. P.; Inglese, T y La Mantia, T. (1995). Seed content and fruit characteristics in cactus peas (*Opuntia ficus-indica* Mill.). *Scientia Horticulturae*.

Barrios, R. G. y Hernández, A. B. (2004). Cambios físicos y fisiológicos de tuna (*Opuntia spp*). Tesis (Ing. Agroindustrial) UACH.

Bourne, M. C.; Sandov Al, A. M. R.; Villalobos, M. y Buckle, T .S. (1975). "Training a sensory profile panel and development of standard rating scales in Colombia". *J. Texture Stud.*, 6, 43-52.

Bourne, M. C. (1982). Food texture (The viscosity y concept and measurement. Academic Press. New York.

Bourne, M. C. (1982.a). Reología y textura de alimentos. Curso organizado por la Asociación de Técnicos en Alimentos de México. México, D.F.

Bravo, H. H. (1978). Las cactáceas de México. 2ª ed volumen 1. Universidad Autónoma de México (UNAM). México, D.F.

Bravo, H. H. y Scheinvar L. (1995). El interesante mundo de las cactáceas. Fondo de cultura. CONACYT, México.

Bride, J. M. (1994). Crystal polarity: A window on ice nucleation, *Nature* 256: 814.

Cantwell, M.; Rodríguez, F. A. y Rables, C. F. (1992). Postharvest physiology of prickly pear cactus stems. *Scientia Horticulturae*.

Cepeda, A. S. (2003). Departamento de Higiene, Inspección y Control de Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de compostela. Lugo, España.

Cerezal, P. y Duarte, G. (2000): Elaboración de productos de tuna (*Opuntia ficus-indica* L. Mill) utilizando la tecnología de factores combinados. Trabajo presentado en el XI Seminario Latinoamericano y del Caribe y XIII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Sección 4: Ingeniería de Procesos y Tecnología de Alimentos. 172. Santiago de Chile.

Cleland, A. C. (1990). Food refrigeration processes. Elsevier Applied Science. London.

- Damasio, M. H. y Costell, E. (1991). "Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores". *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.*, 31 (2), 165-178.
- Desrosier, N. y Desrosier, J. (1977). Principles of food freezing. The Technology of Food Technology. AVIPublishing Co. Inc., Westport, CT. 110.
- Domínguez, T. J. (1992). Efecto de la incidencia de daños por frío sobre la fisiología y calidad de frutos de tuna (*Opuntia Amylacea T*). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Montecillo, México.
- Durán, L. y Calvo, C. (1982). Calidad de alubias en conserva. I.- Selección de los parámetros que definen su calidad sensorial. *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.*, 22 (2), 271-282.
- Durán, L.; Damasio, M. H. y Costell, E. (1989). "Non-oral texture evaluation of mixed geles. Selection of parameters". Sing, R. P. y Medina, A. G. (Ed.), Food Properties and Computer Aided Engineering of Food Processing Systems. Dordrecht: Kluwer Academic Publ., 321-326.
- Duru, B. y Turker, N. (2005). Changes in Physical Properties and Chemical Composition of Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica*) During Maturation. *J. of the Profess Assoc. for cactus Develop.*
- El-Ashwah, F. A.; El Manawaty H. K.; Habashy, H.N. y El Shiaty, M. A. (1974). Effects of storage on fruit juices: Frozen lime juice, *Agric. Res. Rev.* 52(9): 79
- Evans, L. F. (1965). Requirements of fan ice nucleus. *Nature* 206:822.
- Fennema, O. R. (1973). Nature of freezing process, Low-Temperature Preservation of Foods and Living Matter, Marcel Dekker, New York. 153.
- Filardo, K. S. T. (2002). Una contribución al estudio etnobotánico de la zona del Alto Mezquital y propuesta biotecnológica para el aprovechamiento de la tuna (género *Opuntia* subgénero *Opuntia*) en tres comunidades Hñahñus del Estado de Hidalgo. Facultad de Ciencias, UNAM. (Tesis).
- Flores, V. C. 1977. El nopal como forraje. Digestibilidad del nopal (*Opuntia ficus-indica Mill*), variedad copena. Formulación de raciones de costo mínimo en base a nopal. Tesis profesional. Departamento de zootecnia. Chapingo, México.
- Flores V. C. A. y Gallegos V. C. (1993): Situación y perspectivas de la producción de tuna en la región Centro-Norte de México. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México.
- Fortín, J. y Desplancke, C. (2001). Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.
- Franks, F. (1985). Biophysics and Biochemistry at Low Temperatures. Cambridge University Press, Cambridge. 21.
- Gains, N. y Thomsom, D. M. H. (1990). "The relation of repertory grid/generalized Procustes analysis solutions to the dimensions of perception: Application to Munsell color stimuli". *J. Sensory Stud.* 5, 177-192.
- Garside, J. (1987). General principles of crystallization, Food Structure and Behaviour, Academia Press, Orlando, FL. 35.

- Gerdes, D. I; Burns, E. E. y Harrow, I. S. (1987). "Some effects of gelling agents and sweeteners on high and low sugar contene carbohydrate gels." *Lebens. Wiss. Technol.*-20/6,282-286.
- González, D. A.; Riojas M. E. y Arreola H. J. (2001). El Género *Opuntia* en Jalisco, Guía de Campo. Universidad de Guadalajara, CONABIO. Guadalajara, Jal.
- Granados, S. D. y Castañeda, P. A. (1991). El nopal historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Primera edición pp 12-14 Editorial Trillas. México.
- Gruda, Z. y Postolski, J. (1986). Tecnología de la congelación de los alimentos, Ed. Acibia, S.A. Zaragoza.
- Guadagni, D.G. (1968). Cold storage life of frozen fruits and vegetables as a function of time and temperature, low temperature Biology of food stuff, recent advances in foods science, vol 4. Pergamon Press. London.
- Guerrero, L. (1995). "Métodos descriptivos de análisis sensorial. Métodos clásicos de obtención de perfiles". *Alimentación: Equipos y Tecnología*, diciembre. 41-46.
- Gurrieri, S.; Micelli, L.; Lanza, C. M.; Tomaselli, F.; Bonomo, R. P. y Rizzarelli, E. (2000). Chemical Characterization of Silician Prickly Pear (*Opuntia ficus indica*) and perspectives for the storage of its juice. *Journal l of Food Science Technology*. 48:5424-5431.
- Gutschmidt, J. (1968). Principles of freezing and low temperature storage, with particular reference to fruit and vegetables. Pergamon Press. London
- Hellemann, U.; Tuorila, H.; Salovaaray, H. y Tarkkonen, L. (1987). "Sensory profiling and multidimensional scaling of selected finnish rye breads". *Int. J. Food Sci. Technol.* 22/6, 693-700.
- Hernández, T. M. y Villegas, M. I. (1986). Effects of frozen storage on the quality of some tropical fruit pulps. Preliminary study, *Tecnol. Quim.*
- Heymann, H y Noble, A. C. (1987). "Descriptive analysis of commercial Cabernet Sauvignon winwes from California". *Am. J. Enol. Vitic.* 38/1,41-44.
- Hobbs, P. V. (1974). *Ice Physics*, Clarendon Press, Oxford. 461.
- (IFT) Institute of Food Technologists. (1975). Sensory Evaluation Division *Minutes of division business meeting at 35th Ann. Meet.* June 10.
- Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ). (1996) Tablas de valor nutritivo de los alimentos. Editorial PaX, México.
- (ISO) Organización Internacional de Estandarización. (1981). *Analyse sensorielle. Guide pour l'implantation d'un destiné aux analyses sensorielles*. Geneve: ISO-DP 6658 y ISO-DIS 5568.
- Jellinek, G. (1985). *Sensory Evaluation of food. Theory and practice*. Chchester, GB.Ellipse Horwood, Ltd.
- Jul, M. (1984). *The Quality of frozen food*. Academic Press. London.
- Kalbassi, M. (1981). Changes during processing of frozen vegetables and fruit, quality in stored and processed vegetables and fruit. Academic Press. London.
- Larmond, E. (1976). Sensory measurement of food texture, en: *Rheology and texture in food quality*, editado por J.M. de Man, P.W. Voisey, V.F. Rasper y D.W. Stanley. The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Conn.



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

Lester, E. J. (1995). Freezing Effects on Food Quality. Edit. Board.

Levine, H. y Slade, L. (1986). A polymer physic-chemical approach to the study of commercial starch hydrolysis products (SHPs). Carbohydrate Polymers. 6:213-244.

Mallet, C. P. (1994). Tecnología de los alimentos congelados. A. Madrid Vicente ediciones. Madrid. Science Publishers. 347-361.

Marth, E. H. (1973). Behaviour of food microorganisms during freeze preservation, Low temperature preservation of foods and Living Matter. Marcel Decker. New York.

McEvan, J. A. y Thomson, D. M. H. (1988). "An investigation of the factors influencing consumer acceptance of chocolate confectionery using the repertory grid method". Thomson, D. M. H. Food Acceptability. Londres: E1sevier Applied.

Meilgaard, C. M.; Civille, V. G. y Carr, B. T. (1999). Sensory evaluation techniques. CRS press, New York.

Meneses, R. G y Morales, M. G. (2000). Determinación de la influencia de las diferentes partes de la tuna variedad Alfajayucan y de Benzoato de sodio sobre la calidad fisicoquímica.

Munch, L. y Angeles E. (1998). Métodos y Técnicas de Investigación. Segunda edición, Ed. Trillas. México.

NMX-FF-030-1995-SCFI. Productos Alimenticios no industrializados para uso humano fruta fresca - Tuna (*Opuntia spp*). Especificaciones.

Paredes, O. (1973). Estudio parara el enlatado de jugo de tuna. Tecnología de Alimentos mimeógrafo. Departamento de industria agrícola, Chapingo, México, 1973.

Peña, R. M. J. (2005). Estudio fisicoquímico de mermeladas elaboradas con xoconostle (*Opuntia matudae Sheinvar*).Trabajo de investigación.

Piga, A. (2004). Cactus Pear: A Fruit of Nutraceutical and Functional Important. J. of the Profess Assoc. for cactus Develop

Ramana, K. V. R.; Ramaswamy H.S.; Prasad B. A.; Patwardhan, M. V y Ranganna, S. (1984).

Freezing preservation of Totapuri Mango pulp, *J. Food Sci. Technol.* 21:282.

Reid, D. S. (1993). Basic physical phenomena in the freezing and thawing of plant and animal tissues, Frozen Food Technology (C.C. Mallet, ed) Blacfie Academic and Professional. London.

Saéncz, C. y Sepúlveda, E. (2001). Cactus Pear Juices. J. of the Profess. Assoc. For cactus Develop.

Sáenz, H. C, (1995) Food manufacture and by-products, Barbera, G; Inglese, P. and Barrios. P. in agro ecology and uses of cactus pear, FAO Plant Production and protection Paper No. 132. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

SAGARPA (2001). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Análisis agropecuario de la tuna. www.sagarpa. gob. mx.

Salunkhe, D. K; Bolin, H. R. y Reddy, N. R. (1991). Storage processing and nutritional quality of fruits and vegetables. Vol 1: fresh fruits and vegetables. CRC Pres. Boca Raton.

Sawaya, W. N.; Kahatchadourian, H. A.; Safi, W. M. y Al-Hammad, H. M. (1983). Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus-indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. *Journal of Food Technology* 18: 183-193.

Seseña, S.; Sánchez, I.; González, V. M. y Palop, L. (2002). Effect of freezing on the spontaneous fermentation and Sensory attributes of Almagro eggplants. *International Journal of Food Microbiology*. December, 155-159.

Simatos, D. y Blond, G. (1991). DSC. Studies and stability of frozen foods. *Water Relationships in Foods*. Plenum Press, New York. 139.

(SIAP) Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (2001). Análisis Agropecuario de la tuna [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).

Studer, A.; Daepf, H. U. y Suter, E. (1996). Conservación casera de frutas y hortalizas. Editorial Acribia, S. A.

Tanaka, M. (1975). "General Food Texturometer application to food texture research in Japan". 6:101.

Torre, H. P. (1999). Base Científica del análisis sensorial. XV Jornadas Lactológicas sobre Innovación Tecnológicas y Análisis Sensorial. Santander España.

Torreggiani, D.; Forni, E.; Maestrelli, A.; Bertolo, G. y Genna, A. (1995). Modification of glass transition temperature by osmotic dehydration and color stability of strawberry during frozen storage. In proceedings of the 19<sup>th</sup> international congress of refrigeration (vol. 1,315-321).

Torreggiani, D.; Forni, E.; Guercilena, I.; Maestrelli, A.; Bertolo, G.; Archer, G.P.; Kennedy, C.J.; Bone, S.; Blond, G.; Contreras, L. E. y Champion, D. (1999). Modification of glass transition temperature through carbohydrates additions: effect upon colour and anthocyanin pigment stability in frozen strawberry juices. *Food Research International*. July, 441-446.

Tous, J. y Ferguson, L. (1996): Mediterranean fruits. In: J. Janick. Progress in new crops.416 - 430. ASHS Press, Arlington, VA.

Ueda, T. e Iwata, T. (1982). Undersirable odour of frozen strawberries, *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*51(2): 219.

UNE 87-016-86 (1986). Análisis sensorial. Metodología. Prueba "A"- "No A". Tomo I- Alimentación. Recopilación de Normas UNE. AENOR (1997).

UNE 87-005-92 (1992). Análisis sensorial. Prueba de comparación por parejas (ISO 5495: 1983). Tomo I-Alimentación. Recopilación de Normas UNE. AENOR (1997).

UNE 87-006-92 (1992). Análisis sensorial. Metodología. Prueba triangular (ISO 4120: 1983). Tomo I-Alimentación. Recopilación de Normas UNE. AENOR (1997).

UNE 87-008-92 (1992). Análisis sensorial de Alimentos. Metodología. Guía general (ISO 6658:1985). Tomo I-Alimentación. Recopilación de Normas UNE. AENOR (1997).

UNE 87-017-92 (1992). Análisis sensorial. Metodología. Método para establecer el perfil olfato-gustativo (ISO 4121: 1987). Tomo I- Alimentación. Recopilación de Normas UNE. AENOR (1997).

UNE 87-010-93 (1993). Análisis sensorial. Metodología. Prueba dúo-trío (ISO 10399:1991). Tomo I-Alimentación. Recopilación de Normas UNE. AENOR (1997).

UNE 87-001-94 (1994). Análisis sensorial. Vocabulario (ISO 5492: 1992). Tomo I-Alimentación. Recopilación de Normas UNE. AENOR (1997).

UNE 87-003-95 (1995). Análisis sensorial. Metodología. Método de investigación de la sensibilidad gustativa. Tomo I-Alimentación. Recopilación de Normas UNE. AENOR (1997).

UNE 87-013-96 (1996). Análisis sensorial. Metodología. Iniciación y entrenamiento de jueces en la detección y reconocimiento de olores. Tomo I-Alimentación. Recopilación de Normas UNE. AENOR (1997).

Ureña, P. M. O. y D'Arrigo, H. M. (1999). Evaluación Sensorial de los Alimentos. 1.<sup>a</sup> Ed. Lima (Perú). Editorial Agraria, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Valdez, V. S. (1989). Pigmentos de tuna cardona (*O. Streptacantha*) como posibles colorantes alimenticios. Tesis profesional. Universidad la Salle, México.

Vargas, W. (1984). Fundamentos de ciencia Alimentaría. P. 65-193. En Cap. 6. El agua en los alimentos. Fundación para la investigación interdisciplinaria y la docencia. Bogotá, Colombia.

Venning, J. A.; Burnus, D. J.; Hoskin, K. M.; Nguyen, T y Stec, G. H. (1989). Factors influencing the stability of frozen kiwifruit pulp, *J. Food Sci.* 54(2): 396-400,404.

Villanueva, S. (2003). Curso elemental para líderes de Evaluación Sensorial. Centro de investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. (CIATEJ).

Wills, R.; McGlasson, B.; Graham, D. y Joyce, D. (1998). Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Editorial Acribia, S. A. 2<sup>a</sup> edición.

# APÉNDICE I .Análisis Sensorial. Metodología. Prueba "A"- "No A"

Diciembre 1986

NORMA ESPAÑOLA	Análisis sensorial METODOLOGIA Prueba "A" — "No A"	UNE 87-016-86
<p><b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION</b></p> <p>La presente norma describe la prueba "A" — "NO A" para su uso en análisis sensorial como</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) una prueba de diferenciación, especialmente para la evaluación de las muestras que presentan variaciones en la apariencia (resulta difícil la obtención de muestras repetidas completamente idénticas) o en el regusto (resulta difícil su estimación directa);</li><li>b) ensayo de reconocimiento, especialmente para determinar si un catador o grupo de catadores identifica un estímulo nuevo con respecto a uno conocido (por ejemplo, reconocimiento de la calidad del sabor dulce de un edulcorante nuevo);</li><li>c) ensayo de percepción, para determinar la sensibilidad de un sujeto a un estímulo particular.</li></ul> <p>En el anexo A se dan algunos ejemplos de su aplicación práctica.</p> <p><b>2 NORMAS PARA CONSULTA</b></p> <p>UNE 87-001 — <i>Análisis sensorial. Vocabulario.</i></p> <p>UNE 87-004 — <i>Análisis sensorial. Guía para la instalación de una sala de cata.</i></p> <p><b>3 DEFINICIONES</b></p> <p>En esta norma se aplican las definiciones dadas en UNE 87-001.</p> <p><b>4 PRINCIPIO</b></p> <p>Presentación a un catador de una serie de muestras, alguna de las cuales son la muestra "A", mientras que otras no lo son; para cada muestra, el catador debe determinar si ésta tiene o no las características de "A".</p> <p>Esta prueba presupone un conocimiento previo de la muestra "A" que debe provenir de un aprendizaje explícito o implícito.</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en páginas 2 a 10</i></p>		
<p>Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR — Fernández de la Hoz, 52 - 28010 MADRID</p>		

UNE 87-016-86

Sensory analysis. Methodology "A" - "Not A" Test.

Analyse sensorielle. Methodologie. Essai "A" — "Non A".

Depósito legal: M 39024-86

Grupo 5

## 5 MATERIAL

El material lo escogerá el organizador de las pruebas de acuerdo con la naturaleza del producto que se va a analizar, el número de muestras, etc., y no deberá influir en los resultados de la prueba.

Si existiera material normalizado que responda a las necesidades de la prueba, se utilizará éste.

## 6 MUESTREO

Debe realizarse de acuerdo con las normas de muestreo de los productos cuyo análisis sensorial se va a efectuar. Si no las hubiese, se deberá llegar a un acuerdo entre las partes implicadas.

## 7 CONDICIONES GENERALES DE LA PRUEBA

### 7.1 Local

Las características del local se ajustarán en lo posible a las especificadas en UNE 87-004.

### 7.2 Catadores

**7.2.1 Cualificación, selección, disposición.** Las condiciones a las que deberán responder los catadores serán objeto de una norma ulterior.

Todos los catadores deberán tener el mismo nivel de cualificación. Esta cualificación se elegirá en función del objetivo de la prueba.

**7.2.2 Número de catadores.** El número mínimo de catadores dependerá del objeto de la prueba.

## 8 PROCEDIMIENTO OPERATORIO

### 8.1 Preparación de las muestras para la prueba

(Distribución, dilución, cocción, etc.).

Disponer una muestra global de ambos productos "A" y "No A", de forma que haya cantidad suficiente para preparar el número de muestras que se desee.

Los catadores no deberán obtener información de la naturaleza de las muestras como consecuencia de la forma en que éstas se presenten. Las muestras se prepararán de forma idéntica (recipientes y vajilla iguales y la misma cantidad de producto). La temperatura de las muestras debe ser controlada y constante. Los recipientes que vayan a contener las muestras para la cata, se codificarán, utilizando preferentemente números de tres cifras escogidos al azar. La codificación será diferente para cada prueba.

### 8.2 Técnica de la prueba

En su forma más generalizada, la prueba "A" – "No A" presupone un aprendizaje explícito previo de

la muestra "A". Después de este aprendizaje y una vez que la prueba haya comenzado, el catador ya no tendrá a su disposición de forma material una muestra "A".

Por otra parte, en la serie presentada al catador todas las muestras "No A" son iguales y el número de muestras "A" y "No A" que se le presentan es desconocido para él.

El orden de presentación de las muestras "A" y "No A" debe ser aleatorio. Además, según la naturaleza de la muestra y para evitar determinados efectos interferentes de adaptación sensorial, se debe respetar el mismo intervalo de tiempo entre la presentación de dos muestras consecutivas.

Las posibles variantes de este método convencional son:

- a) el aprendizaje previo: este aprendizaje se puede omitir, pero puede igualmente aplicarse no sólo a la muestra "A" sino también a la muestra "No A"<sup>1)</sup>.
- b) libre disposición de la muestra "A" durante toda la prueba;
- c) información al catador al comienzo de la prueba de la frecuencia de las presentaciones "A" "No A" (se anunciará, por ejemplo, que hay el 25 %, 50 %, etc. de muestras "A").
- d) la presentación de muestras "No A" diferentes entre sí.

## 9 EXPRESION E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Al concluir una prueba en su forma más simple, el experimentador obtiene una tabla con dos filas y dos columnas (tabla 1) en la que

$n_{11}$  y  $n_{22}$  son el número de respuestas que, respectivamente, han identificado de manera correcta "A" y "No A";

$n_{21}$  y  $n_{12}$  son el número de respuestas que, respectivamente, no han identificado de manera correcta "A" y "No A";

$n_{1.}$  y  $n_{2.}$  son, respectivamente, la suma de las respuestas de las filas 1 y 2;

$n_{.1}$  y  $n_{.2}$  son, respectivamente, la suma de las respuestas de las columnas 1 y 2;

$n_{..}$  es el número total de respuestas.

La interpretación consiste en la comparación de las dos distribuciones.

$$(n_{11} - n_{21}) \text{ y } (n_{12} - n_{22})$$

para determinar si el cociente  $n_{11}/n_{21}$  es significativamente diferente del cociente  $n_{12}/n_{22}$ .

---

1) Posición de la American Society for Testings and Materials (ASTM).

Tabla 1

		La muestra presentada es		Total
		A	no A ( $\bar{A}$ )	
El catador identifica	A	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1.}$
	No A	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2.}$
Total		$n_{.1}$	$n_{.2}$	$n_{..}$

Esto se puede llevar a cabo mediante una prueba  $\chi^2$ . En el anexo A se pueden ver algunos ejemplos mientras que en el B se tabulan algunos valores para  $\chi^2$ .

Hay otros métodos posibles para interpretar los resultados, especialmente:

- cuando el número de respuestas sea bajo, se podrá usar entonces la prueba exacta de Fisher<sup>2)</sup>.
- cuando la prueba “A” – “No A” se utilice para determinar un umbral de percepción, se podrá acudir entonces a la teoría de la señal de detección<sup>3)</sup>.

## 10 CORRESPONDENCIA

Esta norma concuerda con el Proyecto de Norma Internacional ISO/DIS 8588

2) Ver Fisher, R.A. Statistical Methods for Research Workers, Edinburgh, Oliver & Boyd, 1941.

3) Véase por ejemplo Green, D. and Swets, S., Signal Detection Theory and Psychophysics, New York, John Wiley & Sons, 1966; Swets, S. Signal Detection and Recognition by Human Observers, New York, John Wiley & Sons, 1964.

ANEXO A

EJEMPLOS DE APLICACION DE LA PRUEBA "A" - "NO A"

A.1 Ejemplo 1 — Reconocimiento del sabor dulce de la sacarosa (estímulo "A") respecto al provocado por un edulcorante (estímulo "No A").

Ambas sustancias se presentan en solución acuosa en concentración tal que produzcan una intensidad en el dulzor equivalente al producido por una solución de 40 g/l de sacarosa.

Número de catadores: 20.

Número de muestras por catador: 5 "A" y 5 "No A".

Resultados (todos los catadores mezclados) (ver tabla 2).

Tabla 2

		La muestra presentada es		Total
		A	no A	
Número de respuestas que declaran: la muestra es	A	60	35	95
	no A	40	65	105
Total		100	100	200

El valor de  $\chi^2$  se calcula

$$\chi^2 = \sum_{ij} \frac{(E_o - E_t)^2}{E_t}$$

donde

$E_o$  es la frecuencia observada en la celdilla  $i, j$  (en la que  $i$  es el número de orden de la fila y  $j$  es el número de la columna).

$E_t$  es la frecuencia esperada en la misma celdilla, que viene dada por el resultado de multiplicar la frecuencia marginal de la línea por la frecuencia marginal de la columna, y dividir por la frecuencia total. Utilizando la misma notación del apartado 9

$$\frac{n_{i.} \times n_{.j}}{n}$$



Por ejemplo, para la celdilla AA ( $O_{11}$ )

$$E_t = \frac{95 \times 100}{200} = 47,5$$

o sea

$$\chi^2 = \frac{(60 - 47,5)^2}{47,5} + \frac{(35 - 47,5)^2}{47,5} + \frac{(40 - 52,5)^2}{52,5} + \frac{(65 - 52,5)^2}{52,5} = 12,53$$

El valor observado se compara con el valor crítico dado en la tabla 7 para un número de grados de libertad igual a 1.

Si el valor observado es mayor que el valor crítico para el riesgo escogido y la hipótesis es bilateral, se deducirá que hay una diferencia significativa. En el reconocimiento de ambos sabores dulces, tal como ocurre con este ejemplo, la diferencia es significativa, puesto que  $12,53 > 3,84$  (5 % de riesgo) y la hipótesis es bilateral (véase nota 3).

Si el valor de  $\chi^2$  es menor que el valor crítico, se deducirá que no hay diferencia significativa en el reconocimiento de los dos sabores dulces, como en el caso de la tabla 3.

Tabla 3

60	50
40	50

en la que  $\chi^2$  es igual a 2,02, valor inferior a 3,84.

#### NOTAS

- 1 De una forma rigurosa y puesto que la distribución (continua) de  $\chi^2$  se utiliza como aproximación de una distribución discontinua, la expresión anterior se debe corregir como sigue (corrección de Yates):

$$\chi^2 = \sum_{ij} \frac{(|E_o - E_t| - 0,5)^2}{E_t}$$

donde  $|E_o - E_t|$  es el módulo de la diferencia.

La corrección 0,5 es despreciable cuando el número de respuestas es alto; como regla general se considera esencial cuando el valor en una celdilla cualquiera es menor que 5, y deseable cuando el número total de respuestas de la tabla es menor que 40.

$$\chi^2 = \frac{[n_{11} \times n_{22} - n_{12} \times n_{21}]^2 \times n_{..}}{(n_{11} + n_{12})(n_{21} + n_{22})(n_{11} + n_{21})(n_{11} + n_{12})} =$$

$$= \frac{[n_{11} \times n_{22} - n_{12} \times n_{21}]^2 \times n_{..}}{n_{.1} \times n_{.2} \times n_{1.} \times n_{2.}}$$

- 3 La hipótesis en este ejemplo es de dos colas: las respuestas "sacarosa" – "no sacarosa" son independientes de la muestra. El experimentador podría desear tomar una decisión en el contexto de una hipótesis unilateral: la respuesta "sacarosa" es más frecuente cuando la muestra es sacarosa que cuando es no sacarosa. En este caso, el valor crítico para un riesgo del 5% es 2,71.

### A.2 Ejemplo 2

Idéntico al ejemplo 1 pero cada catador evalúa 4 veces "A" y 6 veces "no A". Véase tabla 4.

Tabla 4

		La muestra presentada es		Total
		A	no A	
Número de respuestas que declaran: la muestra es	A	50	55	105
	no A	30	65	95
Total		80	120	200

$\chi^2 = 5,34$  Valor significativo para un riesgo del 5% .

### A.3 Ejemplo 3

Idéntico al ejemplo 1, con la diferencia de que cada catador evalúa 32 muestras: 13 "A" y "19 "no A", y que nos interesa la respuesta de cada catador en particular y no el conjunto de todas las respuestas, por ejemplo, el catador 1: Véase la tabla 5.

Tabla 5

		La muestra presentada es		Total
		A	no A	
Número de respuestas que declaran: la muestra es	A	8	6	14
	no A	5	13	18
Total		13	19	32

$\chi^2 = 1,73$  Valor no significativo para un riesgo del 5 % e hipótesis unilateral.

La corrección de continuidad es indispensable en este ejemplo teniendo en cuenta los valores bajos de la tabla 5. De no haberse hecho así, el valor corregido de  $\chi^2 = 2,81$  hubiese sido significativo con un riesgo del 5 % .

**A.4 Ejemplo 4**

Idéntico al ejemplo 1, salvo que la muestra "no A" está formada por dos edulcorantes diferentes, "no A<sub>1</sub>" (con 5 repeticiones) y "no A<sub>2</sub>" (con 4 repeticiones). Los datos obtenidos por el experimentador se pueden ver en la tabla 6.

Tabla 6

		La muestra presentada es			Total
		A	no A <sub>1</sub>	no A <sub>2</sub>	
Número de respuestas que declaran: la muestra es	A	60	45	40	145
	no A	40	55	40	135
Total		100	100	80	280

La experiencia se puede haber realizado para decidir:

- a) si "A" es distinto del grupo "no (A<sub>1</sub> + A<sub>2</sub>)": en este caso, el problema se trata exactamente igual que en los ejemplos 1 y 2 uniendo los dos subgrupos "no A<sub>1</sub>" y "no A<sub>2</sub>" en un solo grupo "no A".
- b) si las tres muestras "A", "no A<sub>1</sub>" y "no A<sub>2</sub>" son significativamente diferentes: en este caso, el problema se trata de forma análoga al ejemplo 1, excepto que la suma debe abarcar todas las celdillas (en este caso 6), el número de grados de libertad (g.l.) es igual al número de muestras menos uno (en este caso, 3 - 1 = 2) y la corrección de Yates no es necesaria.

$\chi^2 = 4,65$

[Valor inferior al valor crítico 5,99 para un riesgo del 5 % y 2 grados de libertad (hipótesis bilateral)]

- c) si las dos muestras "no  $A_1$ " y "no  $A_2$ " son significativamente diferentes: en este caso, el problema se trata como indica el ejemplo 1 (eliminando la columna A) con la condición de que la prueba previa llevada a cabo con las tres muestras implique una diferencia significativa. Si no es así, la pregunta no tiene objeto, puesto que de la prueba previa se ha deducido que las tres muestras "A", "no  $A_1$ " y "no  $A_2$ " no se distinguen entre ellas. Este mismo comentario es válido si el experimentador desea comparár, por ejemplo, "A" y "no  $A_1$ " o "A" y "no  $A_2$ ".

En el ejemplo propuesto, la prueba global [ $\chi^2 = 4,65$  (2 g.l.)] indica que no hay diferencias significativas; por consiguiente, las otras comparaciones

A con (no  $A_1$  + no  $A_2$ )

A con no  $A_1$

A con no  $A_2$

no  $A_1$  con no  $A_2$

no se llevarán a cabo.

#### ANEXO A

#### EXTRACTO DE UNA TABLA DE $\chi^2$ <sup>1)</sup>

Véase tabla 7

Tabla 7

Hipótesis	R i e s g o				
	0,10 (10%) 0,05 ( 5%)	0,05 (5%) 0,025 (2,5%)	0,025 (2,5%) 0,0125(1,25%)	0,01 (1%) 0,005 (0,5%)	0,005 (0,5%) 0,0025 (0,25%)
1	2,71	3,84	5,02	6,23	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,6
3	6,25	7,81	9,35	11,3	12,8
4	7,78	9,49	11,1	13,3	14,9
5	9,24	11,1	12,8	15,1	16,7
6	10,6	12,6	14,4	16,8	18,5
7	12,0	14,1	16,0	18,5	20,3
8	13,4	15,5	17,5	20,1	22,0
9	14,7	16,9	19,0	21,7	23,6
10	16,0	18,3	20,5	23,2	25,2

1) La tabla 7 da los valores críticos de  $\chi^2$  que nos permite afirmar, en el caso de hipótesis bilateral, que hay diferencias significativas cuando el valor de  $\chi^2$  observado es mayor que el valor crítico.

En el caso de hipótesis bilateral, dividir el riesgo por dos (esto es, usar la columna 0,10 para un riesgo de 0,05).

## APÉNDICE II .Análisis Sensorial. Metodología. Método para establecer el perfil olfato- gustativo

Enero 1992

<b>NORMA ESPAÑOLA</b>	<b>Análisis sensorial</b> METODOLOGÍA Método para establecer el perfil olfato-gustativo	<b>UNE 87-017-92</b>
<p><b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b></p> <p>Esta norma presenta un conjunto de métodos que permiten describir y evaluar las propiedades olfato-gustativas de los alimentos por medio de catadores entrenados y cualificados.</p> <p>Estos métodos se utilizan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) para el desarrollo, modificación y mejora de productos alimenticios;</li> <li>b) para identificar diferencias entre productos;</li> <li>c) para el control de calidad;</li> <li>d) para proporcionar datos sensoriales que permitan la interpretación de los datos instrumentales;</li> <li>e) para proporcionar un registro permanente de los atributos de un producto;</li> <li>f) para poder seguir la evolución de un producto durante su almacenamiento;</li> <li>g) para juzgar la tipicidad de un producto.</li> </ul> <p><b>2 NORMAS PARA CONSULTA</b></p> <p>UNE 87-001 – <i>Análisis sensorial. Vocabulario.</i></p> <p>UNE 87-004 – <i>Análisis sensorial. Guía para la instalación de una sala de cata.</i></p> <p>UNE 87-008 – <i>Análisis sensorial. Metodología. Guía general.</i></p> <p><b>3 DEFINICIONES</b></p> <p>En esta norma se aplican las definiciones dadas en la norma UNE 87-001.</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;"><i>Continúa en páginas 2 a 8</i></p>		
Secretaría del CTN AENOR	Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas a AENOR - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid	Equivalente a ISO 6564 : 1985

Imprime y edita Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid - Teléfono 4.10.49.61 - Reproducción prohibida

UNE 87-017-92

Sensory analysis. Methodology. Flavour profile methods.  
Analyse sensorielle. Méthodologie. Méthodes d'établissement du profil de la flaveur.

© AENOR 1992  
Depósito legal: M 699-92

Grupo 4

#### 4 PRINCIPIO

Estos métodos consisten en procedimientos que permiten la descripción y evaluación de las propiedades olfato-gustativas de un producto de manera reproducible. Para ello, se identifican por separado los atributos que contribuyen a la impresión global del producto y se evalúa la intensidad de cada uno con el fin de establecer una descripción de estas propiedades.

#### 5 UTENSILIOS

El organizador de la prueba escogerá los utensilios de acuerdo con la naturaleza del producto que se va a analizar, el número de muestras, etc., de tal manera que no influyan en los resultados.

Cuando existan utensilios normalizados que respondan a las necesidades de la prueba, éstos deberían utilizarse.

#### 6 MUESTREO

Debe efectuarse de acuerdo con las normas de muestreo de los productos cuyo análisis sensorial se va a realizar.

Si no las hubiese, el método de muestreo se escogerá en función de los objetivos de la prueba y será objeto de acuerdo entre las partes implicadas.

#### 7 CONDICIONES GENERALES DE LA PRUEBA

##### 7.1 Local

Las condiciones del local se ajustarán en lo posible a las especificadas en la norma UNE 87-004.

##### 7.2 Catadores

**7.2.1 Cualificación, selección, aptitudes.** Para las condiciones que deberán reunir los catadores, véase la norma UNE 87-008.

Todos los catadores deberán tener un nivel de cualificación similar que se elegirá en función del objetivo de la prueba. Se elegirá a los catadores después de un entrenamiento (véase el apartado 7.2.2). Para el examen de determinados productos se podrán utilizar expertos.

**7.2.2 Entrenamiento de los catadores.** Hay que entrenar a los catadores seleccionados con el fin de mejorar su capacidad para identificar y evaluar la intensidad de las propiedades particulares de cada producto. Este entrenamiento acrecienta su familiaridad con la terminología y asegura la repetibilidad de los resultados. La extensión y duración del entrenamiento varían de acuerdo con la finalidad del equipo. Si éste es "no especializado" (se denomina así a un equipo capaz de describir las propiedades olfato-gustativas de cualquier producto alimenticio), necesitará un largo período de entrenamiento que puede alcanzar una duración de un año o más. El entrenamiento para un tipo particular de producto alimenticio se puede realizar en un plazo mucho más breve. Los nuevos miembros del equipo se deben entrenar antes de integrarse en el seno del mismo junto a los catadores o expertos que ya han recibido entrenamiento.

**7.2.3 Número de catadores** Se requieren de 5 a 8 catadores o expertos.



## 8 TÉCNICA DE LA PRUEBA

8.1 Para realizar el análisis descriptivo de las propiedades olfato-gustativas hay dos clases de métodos: los que permiten obtener una descripción unánime de estas propiedades del producto, denominado en esta norma "métodos del consenso", y los que no exigen este consenso, denominados "métodos independientes".

8.2 En el método del consenso, los catadores trabajan en grupo para llegar a una descripción unánime de las propiedades olfato-gustativas del producto. Un elemento esencial de esta técnica es que el director del equipo sea también uno de los catadores.

Un factor importante para el método del consenso es la aptitud de los catadores para trabajar en común en el seno de un grupo y para expresar con claridad sus opiniones.

El director del equipo conduce las discusiones de los catadores hasta que se consigue un acuerdo sobre cada atributo, permitiendo así la descripción de las propiedades del producto.

Cuando no se alcanza el consenso, se pueden examinar sustancias de referencia con el fin de ayudar al grupo a conseguirlo. A veces es necesario reunir al equipo más de una vez con el fin de llegar a un acuerdo. El director del equipo recopila e interpreta los resultados.

8.3 En los métodos independientes no se requiere el acuerdo del equipo. Los catadores discuten las propiedades olfato-gustativas del producto en el seno del grupo y registran a continuación sus percepciones de forma independiente. El director, que generalmente no forma parte del grupo, reagrupa y analiza los resultados individuales.

## 9 PROCEDIMIENTO

Con independencia de que se utilice el método del consenso o un método independiente para establecer el perfil olfato-gustativo de un producto, es necesario tener un período de orientación antes de hacer el análisis.

Este período comprende una o varias reuniones de información, durante las que se examinan las muestras que se van a estudiar. Con el fin de tener un marco que permita las comparaciones se presentan productos similares.

Los catadores (y el director del grupo en el método del consenso)

- redactan una lista de las propiedades características de la muestra;
- deciden las sustancias de referencia (compuestos puros o productos naturales que ponen de manifiesto determinadas propiedades particulares);
- definen el vocabulario que permite describir las propiedades características.

El equipo establece también cual es la mejor forma de presentar y examinar las muestras.

### 9.1 Etapas del método

Para efectuar un análisis descriptivo de las propiedades olfato-gustativas de un producto, es necesario:

- a) identificar las propiedades perceptibles;
- b) determinar el orden en que se perciben estas propiedades;
- c) apreciar el grado de intensidad de cada propiedad;
- d) apreciar la intensidad y calidad del dejo o regusto;
- e) evaluar la impresión global<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> En determinados casos, la apreciación de la impresión global se efectúa al comienzo

**ANEXO B (Normativo)**

**EJEMPLO DE FORMULARIO CUMPLIMENTADO PARA EL ANÁLISIS DESCRIPTIVO  
(Método independiente)**

Producto: salsa holandesa

Fecha: 1982-08-15

Nombre del catador: Juan Pérez

Propiedades características:

Intensidad (calidad/duración)<sup>1)</sup>

		7	6	5	4	3	2	1	0 (no percibido)
Caracteres olfato-gustativos	Huevo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Pimienta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Limón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Mantequilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regusto o dejo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Persistencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Impresión global: 3									

Figura B1



# APÉNDICE III .Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces

norma  
española

UNE 87 024-1

ICS 67.240

Julio 1995

## TÍTULO

Análisis sensorial

Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces

Parte 1: Catadores

*Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1. Selected assessors.*

*Analyse sensorielle. Guide général pour la sélection, l'entraînement et le contrôle des sujets. Partie 1: Sujets qualifiés.*

## CORRESPONDENCIA

Esta norma es equivalente a la Norma Internacional ISO 8586-1:1993.

## OBSERVACIONES

## ANTECEDENTES

Esta Norma Española ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 87 *Análisis Sensorial* cuya Secretaría desempeña AENOR.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 25859:1995

© AENOR 1995  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A

**AENOR**

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Fernández de la Hoz, 52  
28010 MADRID-España

Teléfono: 91 310 48 51  
Telefax: 91 310 36 95

26 Páginas

Grupo 13

ÍNDICE

	Páginas
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	6
2 NORMAS PARA CONSULTA .....	6
3 DEFINICIONES .....	6
4 RECLUTAMIENTO, SELECCIÓN PREVIA E INICIACIÓN .....	6
4.1 Principio .....	6
4.2 Reclutamiento .....	6
4.3 Información general .....	9
4.4 Selección .....	9
5 ENTRENAMIENTO .....	15
5.1 Principio .....	15
5.2 Generalidades .....	15
5.3 Modo operatorio .....	16
5.4 Entrenamiento en la detección y reconocimiento de sabores y olores .....	16
5.5 Entrenamiento en el uso de escalas .....	17
5.6 Entrenamiento en el desarrollo y uso de descriptores (perfiles) .....	18
5.7 Práctica .....	18
5.8 Entrenamiento para productos específicos .....	18
6 ELECCIÓN FINAL DE LOS PANELES DE CATA PARA MÉTODOS PARTICULARES .....	19
6.1 Principio .....	19
6.2 Pruebas de diferenciación .....	19
6.3 Pruebas de ordenación .....	19
6.4 Pruebas de clasificación con ayuda de una escala y de puntuación .....	20
6.5 Análisis descriptivo cualitativo .....	20
6.6 Análisis descriptivo cuantitativo .....	20
6.7 Jueces para evaluaciones particulares .....	20
7 SEGUIMIENTO DE LOS CATADORES .....	21
8 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS .....	21
ANEXO A EMPLEO DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA ELECCIÓN DE CATADORES PARA EL MÉTODO DE PUNTUACIÓN .....	22
ANEXO B EJEMPLO DE APLICACIÓN PRÁCTICA .....	25

## INTRODUCCIÓN

El panel o jurado para análisis sensorial es realmente un "instrumento de medida" y, por lo tanto, el resultado de los análisis realizados dependerá de sus miembros.

El reclutamiento de las personas que aceptan participar en un panel se debe realizar con cuidado y debe considerarse por parte de las empresas como una inversión real, tanto en tiempo, como en dinero.

Los paneles para análisis sensorial pueden comprender uno de los tres tipos siguientes de jueces:

- "jueces";
- "catadores"; y
- "expertos".

Los jueces pueden ser "jueces legos en la materia", que no responden a ningún criterio definido, o "jueces iniciados", que conocen ya el análisis sensorial.

Los "catadores" son jueces seleccionados y entrenados.

Los "expertos" pueden ser "jueces expertos", que han demostrado ya una agudeza particular en los trabajos del panel y han desarrollado una buena memoria a largo plazo, o "jueces expertos especializados", que tienen un conocimiento adicional en un campo particular.

Esta parte de la Norma UNE 87 024 se refiere exclusivamente al reclutamiento, selección, entrenamiento y control de los candidatos que aspiran a llegar a ser catadores. El reclutamiento, selección, entrenamiento y control de los candidatos que desean llegar a ser expertos será el objeto de la Norma UNE 87 024-2.

Los métodos de selección y entrenamiento que se van a utilizar dependerán de las tareas que se tenga la intención de confiar a los catadores. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que estos métodos a veces no son sino una forma de escoger a los candidatos más motivados entre los que tenemos disponibles, más que a aquellos que responden a criterios predeterminados. Éste es precisamente el caso cuando tenemos que formar un panel dentro de una empresa (paneles internos).

En la fase de reclutamiento, hay que realizar una selección preliminar entre los jueces legos, con el fin de eliminar antes del entrenamiento a los voluntarios completamente inútiles para el análisis sensorial. Sin embargo, la selección final solamente se hará después del entrenamiento y de haber completado las tareas consideradas.

El procedimiento recomendado comprende:

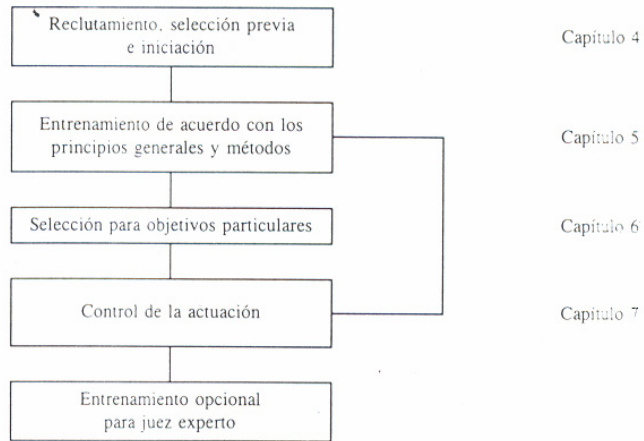
- a) reclutamiento y selección previa de los jueces legos;
- b) entrenamiento de éstos hasta que pasen a ser jueces iniciados;
- c) selección de los jueces iniciados, de acuerdo con su capacidad para llevar a cabo determinadas pruebas. Así se convierten en catadores;
- d) selección según una prueba sensorial real (útil en el caso del análisis descriptivo);
- e) entrenamiento opcional de los catadores hasta convertirlos en jueces expertos.

En determinados casos (especialmente en el análisis sensorial descriptivo), el panel se puede dividir en subgrupos especializados.

El procedimiento exacto de los puntos a) y b) y la naturaleza de las pruebas llevadas a cabo en c) y d) dependerán de las tareas que el panel vaya a realizar.

Se debe controlar regularmente la actuación de los catadores con el fin de asegurarnos de que los criterios que nos han llevado a su selección se sigan cumpliendo.

El procedimiento está esquematizado en el siguiente diagrama:



## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma UNE 87 024 especifica los criterios para la selección y los métodos para el entrenamiento y control de los catadores. Es complementaria de la Norma UNE 87 008.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 87 001 – Análisis sensorial. Vocabulario.

UNE 87 003 – Análisis sensorial. Metodología. Método de investigación de la sensibilidad gustativa.

UNE 87 004 – Análisis sensorial. Guía para la instalación de una sala de cata.

UNE 87 006 – Análisis sensorial. Metodología. Prueba triangular.

UNE 87 008 – Análisis sensorial de alimentos. Metodología. Guía general.

UNE 87 013<sup>1)</sup> – Análisis sensorial. Metodología. Iniciación y entrenamiento de jueces en la detección y reconocimiento de olores.

UNE 87 017 – Análisis sensorial. Metodología. Método para establecer el perfil olfato-gustativo.

UNE 87 020 – Análisis sensorial. Metodología. Evaluación de los productos alimentarios por métodos que utilizan escalas.

UNE 87 023 – Análisis sensorial. Metodología. Ensayo de clasificación por ordenación.

## 3 DEFINICIONES

Para las definiciones de los términos concernientes al análisis sensorial, véase la Norma UNE 87 001.

## 4 RECLUTAMIENTO, SELECCIÓN PREVIA E INICIACIÓN

El reclutamiento es un punto de partida importante en la formación de un panel de catadores. Disponemos de diferentes criterios y métodos de reclutamiento y hay diferentes pruebas que se pueden utilizar para seleccionar a los candidatos por su aptitud para entrenamientos posteriores.

### 4.1 Principio

Reclutar candidatos y escoger a los más aptos para entrenarlos como catadores.

### 4.2 Reclutamiento

Se plantean tres preguntas cuando se trata de reclutar personas para formar un panel para análisis sensorial:

- ¿dónde encontrar las personas que van a formar el grupo?;
- ¿cuántas personas habrá que seleccionar?;
- ¿cómo seleccionarlas?.

---

1) En elaboración.

**4.2.1 Formas de reclutamiento.** Se ofrecen dos posibilidades:

- reclutar por medio del departamento de personal de la empresa (reclutamiento interno);
- reclutar personal ajeno (reclutamiento externo).

Es posible formar un panel mixto utilizando ambas formas de reclutamiento.

**4.2.1.1 Reclutamiento interno.** Los candidatos se reclutan entre el personal de las oficinas, de la fábrica o del laboratorio. Es conveniente no incluir a las personas que profesionalmente están muy relacionadas con el producto que se va a examinar, especialmente a nivel técnico o comercial, porque pueden sesgar los resultados.

En este tipo de reclutamiento es primordial que tanto la Dirección General como los distintos mandos de la empresa aporten su apoyo y hagan saber que el análisis sensorial se considera como parte de su trabajo. Esto se puede indicar en los contratos de trabajo del personal.

**4.2.1.2 Reclutamiento externo.** El reclutamiento se hace fuera de la empresa.

Los medios más utilizados en este caso son:

- reclutamiento mediante anuncios en la prensa local, en publicaciones especializadas o en periódicos distribuidos gratuitamente, etc. En este caso, responderá toda suerte de personas y habrá que hacer una selección;
- institutos de sondeo de opinión; algunos de estos organismos pueden proporcionar el nombre y dirección de personas que posiblemente estén interesadas;
- fichero de "consumidores" de la empresa, recopilados con ocasión de campañas publicitarias o quejas;
- visitantes;
- relaciones personales.

**4.2.1.3 Panel mixto.** Está formado por personas tanto de la empresa como ajenas a ella, en proporción variable.

**4.2.2 Ventajas e inconvenientes del reclutamiento interno o externo.** Las empresas pueden desear usar paneles independientes internos o externos para las diferentes tareas.

**4.2.2.1 Reclutamiento interno**

**4.2.2.1.1 Ventajas**

- se cuenta con el personal cerca;
- no hay que prever una remuneración (sin embargo, para mantener el interés puede ser conveniente ofrecer algún pequeño regalo o gratificación extra);
- se asegura una mejor confidencialidad de los resultados, que es particularmente importante cuando se trata de un trabajo de investigación; y
- más estabilidad del panel a lo largo del tiempo.



**4.2.2.1.2 Inconvenientes**

- la opinión de los candidatos está influida por su conocimiento del producto;
- es difícil conseguir que los productos de la empresa evolucionen (las personas están influidas por su perfecto conocimiento de ellos);
- la sustitución de los candidatos es más difícil (número limitado de personas en las pequeñas empresas);
- difícil disponibilidad.

**4.2.2.2 Reclutamiento externo****4.2.2.2.1 Ventajas**

- amplia posibilidad de elección;
- aporte de nuevas personas por comunicación oral;
- ningún problema con la jerarquía;
- la selección posterior es mucho más fácil al no haber riesgo de que las personas descartadas se sientan ofendidas;
- fácil disponibilidad.

**4.2.2.2.2 Inconvenientes**

- el sistema es oneroso (remuneración, trámites administrativos);
- es más conveniente en las comunidades urbanas donde el número de habitantes es suficiente; sin embargo, en las áreas rurales se puede obtener provecho de las cooperativas (por ejemplo, leche, vino);
- puesto que los individuos reclutados deben estar disponibles, a veces nos encontramos con un porcentaje excesivo de jubilados o de mujeres sin actividad profesional, o incluso de estudiantes; resulta más difícil reclutar personas en activo; y
- después del costo que supone la selección y el entrenamiento, se corre el riesgo de que la gente abandone repetidamente.

**4.2.3 Número de personas que hay que seleccionar.** La experiencia ha mostrado que después del reclutamiento, los procesos de selección eliminan alrededor de la mitad de las personas por razones tales como la sensibilidad gustativa, las condiciones materiales, etc.

El número de personas que hay que reclutar variará en función de los siguientes elementos:

- los recursos económicos y las exigencias de la empresa;
- tipo y frecuencia de las pruebas que se vayan a realizar;
- si la interpretación estadística de los resultados es o no necesaria.

No es aconsejable poner en marcha un panel con menos de 10 catadores. Es necesario reclutar por lo menos dos o tres veces el número de personas que hacen falta para formar el panel final. Por ejemplo, para obtener un panel de 10 personas, es necesario reclutar 40 y seleccionar 20.

Para propósitos especiales, se requerirá reclutar un mayor número de personas.

### 4.3 Información general

Se puede obtener información general acerca de los candidatos con la ayuda de un cuestionario fácilmente comprensible, y por medio de entrevistas con personas que tengan experiencia en análisis sensorial. Se deben explorar los aspectos especificados en los apartados 4.3.1 a 4.3.8.

**4.3.1 Interés y motivación.** Los candidatos interesados en el análisis sensorial y por el producto o productos que se vayan a examinar estarán probablemente más motivados y, por consiguiente, serán posiblemente mejores jueces que los que carecen de dicho interés o motivación.

**4.3.2 Actitud hacia los alimentos.** Es útil conocer los productos alimenticios o bebidas, especialmente entre los que se van a examinar, que repugnen a los jueces, así como cualquier razón étnica, cultural o de otro tipo que tengan para no consumirlos. Los candidatos algo atrevidos en sus hábitos alimentarios se revelan frecuentemente como buenos jueces para el análisis descriptivo.

**4.3.3 Conocimiento y aptitudes.** Los candidatos tienen que interpretar y expresar sus percepciones sensoriales iniciales y esto requiere de ellos una cierta habilidad física e intelectual, en particular la capacidad para concentrarse y aislarse de los factores externos. Si se le pide al candidato que evalúe solamente un tipo de producto, el conocimiento de este producto en todos sus aspectos puede ser beneficioso. Se podrá entonces elegir a jueces expertos de entre los candidatos que hayan demostrado aptitudes para el análisis sensorial de este producto.

**4.3.4 Salud.** Los candidatos deberán disfrutar de buena salud. No deben padecer ninguna incapacidad que afecte a sus sentidos, ni alergias o enfermedades, ni consumir medicamentos que puedan deteriorar su capacidad sensorial y afectar así la fiabilidad de sus juicios. Puede ser útil conocer si los candidatos llevan prótesis dentales puesto que éstas pueden influir en ciertos tipos de evaluación relacionados con la textura o con las sensaciones olfatógustativas.

No se debe eliminar a los candidatos eventualmente no disponibles (catarros, embarazos, etc.).

**4.3.5 Aptitud para la comunicación.** La aptitud de los candidatos para comunicar y describir las sensaciones que perciben mientras catan es muy importante cuando se buscan candidatos para el análisis descriptivo. Esta habilidad se puede determinar mediante entrevistas e incluso durante las pruebas de selección (véase apartado 4.4.6).

**4.3.6 Disponibilidad.** Los candidatos deben estar dispuestos a asistir tanto a los entrenamientos como a las evaluaciones posteriores. Las personas que viajan con frecuencia o que tienen una gran carga de trabajo no son apropiadas para los trabajos de análisis sensorial.

**4.3.7 Características de la personalidad.** Todos los candidatos deben mostrar interés y motivación hacia su labor y estarán dispuestos a perseverar en todo aquello que exija una concentración prolongada. Deberán asistir con puntualidad a las sesiones, ser dignos de confianza y sinceros en su planteamiento.

**4.3.8 Otros factores<sup>1)</sup>.** Las demás informaciones que se pueden registrar durante el reclutamiento son: nombre, grupo de edad a que pertenece, sexo, nacionalidad, nivel de instrucción, profesión actual y experiencia en análisis sensorial. Se puede anotar si el candidato fuma pero no se debe eliminar a los fumadores por este motivo.

### 4.4 Selección

Se describen a continuación las diversas pruebas que se pueden utilizar para seleccionar.

La elección de las pruebas y de las sustancias que se van a utilizar se hace en función de las aplicaciones previstas y de las propiedades que se vayan a evaluar.

---

1) Cualquier fichero concerniente a las personas físicas deberá estar de acuerdo con la legislación vigente.



**4.4.1 Tipos de pruebas utilizados para la selección.** Todas las pruebas que se describen tienen el doble objetivo de familiarizar a los jueces con los métodos y con los materiales utilizados en análisis sensorial. Se dividen en tres clases:

- a) las que tienen como objetivo detectar incapacidad;
- b) las que tienen como objetivo determinar la agudeza sensorial;
- c) los que tienen como objetivo evaluar el potencial de los candidatos para describir y comunicar las percepciones sensoriales.

Toda prueba cuyo resultado se vaya a utilizar para seleccionar, no deberá realizarse sino después de una experiencia previa seguida de familiarización.

Las pruebas se realizarán en las condiciones reales en que se van a evaluar los productos, en un ambiente adecuado de acuerdo con la Norma UNE 87 004 y serán seguidas de una entrevista. Varias de las pruebas descritas en esta parte de la Norma UNE 87 024 están basadas en las descritas en la Norma UNE 87 008.

Para seleccionar a los jueces, se deberá tener en cuenta la aplicación prevista, el comportamiento de los candidatos en las entrevistas y su potencial más que su comportamiento actual. Se supone que aquellos candidatos que tienen un elevado porcentaje de aciertos son más eficaces que otros, pero aquellos que van mejorando sus resultados con las repeticiones responderán bien con el entrenamiento.

**4.4.2 Visión de los colores.** Los candidatos con visión anormal de los colores no sirven para las tareas que suponen la apreciación o emparejamiento de éstos. El control de la visión de los colores se puede hacer por medio de un óptico cualificado o, en ausencia de éste y de su equipo, con la ayuda de una prueba reconocida para este fin.

**4.4.3 Ageusias y anosmias.** Es deseable someter a los candidatos a una prueba para determinar su sensibilidad a las sustancias que pueden estar presentes en pequeñas concentraciones en los productos, con el fin de detectar ageusia, anosmia o una posible pérdida de sensibilidad (véase la Norma 87 003).

**4.4.4 Prueba de emparejamiento.** Se preparan muestras de sustancias sápidas y/o olfativas (véase tabla 1) a concentración muy superior al umbral de reconocimiento. Se marca cada muestra con un código diferente de tres dígitos tomados aleatoriamente. Se presenta a los candidatos una muestra de cada tipo, y se les deja que se familiaricen con el producto (véase la Norma UNE 87 008).

A continuación se les presenta una serie de los mismos productos marcados con números diferentes tomados al azar. Se les pide que emparejen cada uno de ellos con uno de los juegos originales y que describan la sensación que experimentan.

Se deben presentar aproximadamente el doble de muestras nuevas que de muestras originales. Ninguna de ellas debe ser tan intensa como para producir un efecto de interacción importante con las muestras posteriores que influya, por consiguiente, en la cata de éstas. Se debe facilitar agua inodora e insípida para enjuagar la boca entre muestra y muestra.

En la tabla 1 se citan ejemplos de sustancias que se pueden utilizar. Con estas sustancias y concentraciones, se admite generalmente que no debemos escoger como catadores a los candidatos que no consigan emparejar correctamente al menos el 80% de las muestras. Es deseable pero menos importante que describan correctamente las sensaciones producidas por las muestras.

Tabla 1  
Ejemplos de sustancias y de concentraciones para las pruebas de emparejamiento

Sabor u olor	Producto	Concentración en agua a temperatura ambiente g/l	Concentración en alcohol <sup>1)</sup> a temperatura ambiente g/l
<b>Sabor</b>			
Azucarado	Sacarosa	16	
Ácido	Ácido tartárico o ácido cítrico	1	
Amargo	Cafeína	0,5	
Salado	Cloruro sódico	5	
Astringente	Ácido tánico <sup>2)</sup> o quercitina	1	
	o sulfato de aluminio y potasio	0,5	
		0,5	
Metálico	Sulfato ferroso hidratado FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O <sup>3)</sup>	0,01	
Umami	Glutamato monosódico	0,595	
<b>Olor</b>			
Limón, fresco	Citral (C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O)	—	1 x 10 <sup>-3</sup>
Vainilla	Vainillina (C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> )	—	1 x 10 <sup>-3</sup>
Tomillo	Timol (C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O)	—	5 x 10 <sup>-4</sup>
Floral, lirio de los valles, jazmín	Acetato de bencilo (C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub> )	—	1 x 10 <sup>-3</sup>

1) Las soluciones patrón se preparan con etanol, pero la dilución final se hace con agua y no deberá contener más del 2% del alcohol.

2) Esta sustancia no es muy soluble en agua.

3) Para impedir la aparición de una coloración amarillenta debida a la oxidación hay que utilizar una solución recientemente preparada con agua neutra o débilmente ácida. Sin embargo, si aparece la coloración amarillenta, habrá que presentar las soluciones en recipientes opacos cerrados, o con luz amortiguada o coloreada.

4.4.5 Agudeza y aptitud para la discriminación. Se recomiendan las dos pruebas siguientes:

4.4.5.1 Pruebas para la detección de un estímulo. Estas pruebas se basan en la prueba triangular; véase la Norma UNE 87 006.

Se prueban los productos de uno en uno. Se presentan a cada candidato dos muestras del producto que se va a examinar y una muestra de agua u otro medio neutro, o bien una muestra del producto y dos de agua u otro medio neutro. La concentración del producto sometido a prueba debe estar a un nivel supraliminar.

El producto sometido a ensayo, su concentración y el medio neutro (si se utiliza) los escogerá el organizador en función del tipo de evaluación que el candidato vaya a efectuar. Es preferible que los catadores tengan un 100% de respuestas correctas.

La imposibilidad de detectar diferencias después de varias tentativas es señal de incapacidad para este tipo de pruebas.

En la tabla 2 se citan ejemplos de sustancias que se pueden utilizar para las pruebas de detección de estímulos.

**Tabla 2**  
Ejemplos de productos que pueden utilizarse  
en las pruebas de detección

Producto	Concentración en agua a temperatura ambiente
Cafeína	0,27 g/l
Ácido cítrico	0,60 g/l
Cloruro sódico	2 g/l
Sacarosa	12 g/l
cis-3 Hexeno-1-ol	0,4 ml/l

**4.4.5.2 Pruebas de discriminación entre niveles de intensidad de un estímulo.** Estas pruebas están basadas en las pruebas de ordenación descritas en la Norma UNE 87 023. Las pruebas se efectúan utilizando estímulos para el sabor, el olor (únicamente para concentraciones muy débiles), textura (en la boca y en el tacto) y color.

En cada prueba se presentan a los candidatos, en un orden aleatorio, cuatro muestras que tengan la propiedad estudiada a intensidad diferente y se les pide que las clasifiquen en orden de intensidad creciente. Este orden aleatorio será el mismo para todos los candidatos, para asegurarnos de que la comparación de sus actuaciones no va a estar influida por el orden distinto de presentación.

El nivel satisfactorio de aciertos solamente se puede especificar en relación con las intensidades utilizadas.

En la tabla 3 se citan ejemplos de sustancias que se pueden utilizar; con estas concentraciones, se considerará que no sirven para catadores, los candidatos que inviertan más de una vez el orden de parejas contiguas, en este tipo de pruebas.

**Tabla 3**  
Ejemplos de productos que pueden utilizarse en las pruebas de discriminación

Prueba	Producto <sup>1)</sup>	Concentración en agua a temperatura ambiente
Discriminación gustativa	Ácido cítrico	0,1 g/l; 0,15 g/l; 0,22 g/l; 0,34 g/l
Discriminación olfativa	Acetato de isoamilo	5 ppm; 10 ppm; 20 ppm; 40 ppm
Discriminación de textura	Según la industria de que se trate (por ejemplo, queso blanco, puré, gelatina)	—
Discriminación de color	Tejidos, escalas de color, etc.	Intensidad de un color que vaya, por ejemplo, del rojo oscuro al rojo claro

1) Se pueden utilizar otros productos apropiados que muestren una graduación en sus características.

**4.4.6 Aptitud para la descripción.** Estas pruebas tienen el propósito de determinar la aptitud de los candidatos para describir las percepciones sensoriales. Se recomiendan dos pruebas: una relativa a los estímulos olfativos y otra a los estímulos de textura. Las pruebas se realizan combinando evaluaciones y entrevistas.

**4.4.6.1 Prueba para descripción de olores.** Se presentan a los candidatos entre 5 y 10 estímulos olfativos, relacionados con preferencia con el producto o productos que se vayan a evaluar. Esta serie contendrá algunas muestras fácilmente reconocibles y otras menos comunes. La intensidad debe estar muy por encima del umbral de reconocimiento pero no debe ser mucho más alta que los niveles que podemos encontrar en los productos elaborados en cuestión.

Hay diversos métodos para la preparación de muestras, sea por vía directa, sea por vía retronasal.

En los métodos por vía directa se utilizan frascos, tiras aromáticas o aromas encapsulados.

En los métodos por vía retronasal se pueden evaluar los olores en un ambiente gaseoso, con tiras aromáticas situadas en el interior de la cavidad bucal, o por ingestión de soluciones acuosas.

El método que todavía se utiliza con más frecuencia es la apreciación de aromas introducidos en frascos. Este método se describe a continuación:

Las muestras se preparan en frascos inodoros con tapón de rosca, de vidrio coloreado, que tengan entre 50 ml y 100 ml de capacidad; los productos se absorben en parafina inodora o en una torunda de algodón. La sustancia se debe evaporar lo suficiente en el espacio de cabeza que queda libre en el frasco y se comprobará la intensidad del olor antes de presentar el frasco a los candidatos.

Las muestras se pueden preparar también en tiras aromáticas o en una almohadilla o tampón.

Las muestras se presentan una a una y se pide a los candidatos que describan o anoten lo que perciben. Después de la reacción inicial el organizador puede, si así lo desea, entablar una discusión sobre la muestra con el fin de provocar comentarios y explorar mejor la aptitud de los candidatos para discutir estos estímulos.

La actuación de los candidatos se califica con una escala como la que sigue:

- 3 puntos para la identificación correcta o la descripción correcta del término más comúnmente asociado con el olor;
- 2 puntos para una descripción en términos generales;
- 1 punto para la identificación o descripción de una apropiada asociación tras una discusión;
- 0 para ninguna respuesta.

El nivel satisfactorio de éxito en esta tarea no se puede especificar sino en relación con los productos utilizados. Se puede considerar que los candidatos que no consigan al menos el 65% de los puntos posibles no son catadores idóneos para llevar a cabo este tipo de prueba.

En la tabla 4 se dan ejemplos de sustancias olfativas que se pueden utilizar. Véase también la Norma UNE 87 013.



**Tabla 4**  
Ejemplos de sustancias olfativas para  
las pruebas de descripción de olores

Sustancia	Término más frecuentemente asociado con el olor
Benzaldehído	Almendras amargas, cerezas, ...
Octeno-3-ol	Champiñón, ...
Acetato de 2-fenil etilo	Floral, ...
Sulfuro de dialilo	Ajo, ...
Alcanfor	Alcanfor, medicina, ...
Mentol	Menta, ...
Eugenol	Clavo, ...
Anetol	Anís, ...
Vainillina	Vainilla, ...
$\beta$ -Ionona	Violeta, frambuesa, ...
Ácido butírico	Mantequilla rancia, ...
Ácido acético	Vinagre, ...
Acetato de isoamilo	Frutas, caramelos ácidos, plátano, pera, ...
Dimetiltiofeno	Cebolla asada, ...

NOTA – Es posible utilizar productos alimenticios, especias, extractos, infusiones u odorizantes químicos. Los productos elegidos se deben adaptar a las necesidades locales y deben estar exentos de otras fuentes de odorizantes.

**4.4.6.2 Prueba para descripción de la textura.** Se presenta a los candidatos una serie de productos, en un orden aleatorio y se les pide que describan sus propiedades de textura.

Las muestras de productos sólidos se presentarán en trozos del mismo tamaño, y las muestras líquidas en recipientes opacos.

La actuación de los candidatos se califica con una escala como la que sigue:

- 3 puntos para la identificación correcta o la descripción correcta del término más comúnmente asociado con la textura;
- 2 puntos para una descripción en términos generales;
- 1 punto para la identificación o descripción de una apropiada asociación tras una discusión;
- 0 para ninguna respuesta.

El nivel satisfactorio de éxito en esta tarea no se puede especificar sino en relación con los productos utilizados. Se puede considerar que los candidatos que no consigan al menos el 65% de los puntos posibles no son catadores idóneos para llevar a cabo este tipo de prueba.

En la tabla 5 vemos algunos ejemplos de sustancias que pueden utilizarse para describir la textura.

**Tabla 5**  
**Ejemplos de productos para las**  
**pruebas de descripción de la textura**

Sustancia	Textura más comúnmente asociada con el producto
Naranja	Jugosa, partículas celulares
Cereales para desayuno	Crujiente
Pera limonera	Arenosa
Azúcar granulada	Cristalina, gruesa
Melcocha	Maleable, pegajosa
Puré de castañas	Pastosa
Sémola	Granulosa
Chocolate en taza	Epesa
Gelatina comestible	Gomosa
Polvorón	Desmenuzable
Caramelo de café con leche	Adherente
Calamar	Elástica
Apio	Fibrosa
Zanahoria cruda	Crocante, dura

## 5 ENTRENAMIENTO

### 5.1 Principio

Proporcionar a los jueces los principios elementales de las técnicas utilizadas en el análisis sensorial y desarrollar su aptitud para detectar, reconocer y describir los estímulos sensoriales. Entrenar a los jueces en el uso de esta pericia para que sean competentes en la aplicación de estas técnicas a productos concretos.

### 5.2 Generalidades

Hay que entrenar a un número de jueces que sea vez y media a dos veces mayor que el número finalmente requerido para el panel. Para asegurar el desarrollo de un planteamiento correcto del análisis sensorial, todos los entrenamientos se harán en un ambiente apropiado de acuerdo con las recomendaciones dadas en la Norma UNE 87 004. También resulta útil formar a los jueces dándoles conocimientos básicos sobre los productos que van a probar, por ejemplo, describiéndoles el proceso de elaboración o haciéndoles visitar la factoría.

Con la excepción de las pruebas de preferencia, hay que insistir a los jueces que deben ser objetivos y no deben tener en cuenta sus gustos y aversiones.

Los resultados se comentarán y se dará a los jueces la oportunidad de volver a examinar las muestras y verificar sus resultados donde haya desacuerdo.

Se indicará a los jueces que no deben utilizar cosméticos perfumados antes ni durante las sesiones. Se les pedirá también que eviten el contacto con el tabaco o con otros sabores u olores fuertes por lo menos desde 60 min antes de dichas sesiones. El jabón que se use para el lavado de las manos no debe dejar ningún olor residual.

Hay que insistir a los jueces que si llevan consigo algún olor a la sala de cata, pueden invalidar la prueba.

### 5.3 Modo operatorio

Al iniciar cualquier programa de entrenamiento, hay que enseñar a los jueces la forma correcta de evaluar las muestras. En todas las evaluaciones, hay que leer cuidadosamente las instrucciones antes de comenzar y seguirlas a lo largo de la sesión. La temperatura de las muestras se debe fijar. Salvo que haya que concentrarse en un atributo en particular, el juez los examinará en el siguiente orden:

- color y aspecto;
- olor;
- textura;
- sensaciones olfato-gustativas;
- gusto residual.

Cuando se evalúe el olor, hay que indicar a los jueces que deben proceder por olfacciones cortas mejor que largas, y no deben hacer muchas a la vez, ya que esto puede ocasionar confusión y fatiga.

Tanto con muestras líquidas como con sólidas, hay que indicar a los jueces el tamaño de la muestra (para la evaluación en la boca), el tiempo aproximado que se debe conservar en la boca, el número de masticaciones y si hay que tragarla o no. Se discutirá también el problema de la adaptación y las ventajas de enjuagarse la boca y de esperar un intervalo de tiempo regular entre muestras. Cualquiera que sea el procedimiento que se adopte, debe quedar claramente expuesto con el fin de que todos los jueces evalúen los productos de la misma forma. El intervalo entre muestras será suficiente para permitir la recuperación, pero no tan largo que ocasione la pérdida de la capacidad de discriminar.

### 5.4 Entrenamiento en la detección y reconocimiento de sabores y olores

Se utilizarán las pruebas de emparejamiento, de reconocimiento, de comparación por parejas, triangular y dúo-trío (véase la Norma UNE 87 008 y las normas nacionales específicas) para enseñar lo que son los sabores a concentraciones alta y baja y para enseñar a los jueces a reconocerlos y a describirlos correctamente (véase la Norma UNE 87 003). Se usarán las mismas pruebas para desarrollar la agudeza de los sentidos frente a estímulos olfativos (véase la Norma UNE 87 013). Los estímulos se presentarán al principio por separado en soluciones acuosas, pero cuando se haya adquirido experiencia se puede reemplazar el soporte por alimentos o bebidas reales. También se pueden introducir muestras mixtas en las que varíen las proporciones de dos o más componentes.

La alteración del aspecto de una muestra, por ejemplo, usando luz coloreada, es particularmente útil para demostrar a los jueces la necesidad de ser objetivos cuando intentamos detectar diferencias en otras características sensoriales.

Las muestras usadas para el entrenamiento y las pruebas serán características de su origen, tipo y calidad y representativas de la gama que generalmente se encuentra en el mercado. Igualmente se presentarán en cantidad y temperatura similares a las que generalmente se encuentran en el comercio o al consumirlas.

Se pueden hacer excepciones cuando se trate de poner en evidencia una calidad superior, imperfecciones o defectos.

Se debe evitar la fatiga sensorial producida por la evaluación de un excesivo número de muestras.

La tabla 6 nos muestra algunos ejemplos de productos que se pueden utilizar durante esta fase de entrenamiento. Si es posible, los estímulos se elegirán en relación con el producto o productos que eventualmente se tenga la intención de evaluar.

**Tabla 6**  
**Ejemplos de productos usados durante el**  
**entrenamiento para la detección y el reconocimiento**

1	Las sustancias que figuran en la tabla 1
2	Los productos que figuran en la tabla 3
3	Sacarina (100 mg/l)
4	Sulfato de quinina (0,20 g/l)
5	Zumo de pomelo
6	Cidra
7	Té frío
8	Sacarosa (10 g/l; 5 g/l; 1 g/l; 0,1 g/l)
9	Hexanol (15 mg/l)
10	Acetato de bencilo (10 mg/l)
11	Productos nº 4 a 7 con contenido variable de sacarosa (véase punto 8)
12	Ácido tartárico (0,3 g/l) más hexanol (20 mg/l); ácido tartárico (0,7 g/l) más hexanol (15 mg/l)
13	Bebida aromatizada con naranja coloreada de amarillo; bebida aromatizada con naranja coloreada de naranja;
14	Solución de cafeína (0,8 g/l), ácido tartárico (0,4 g/l) y sacarosa (5 g/l)
15	Solución de cafeína (0,8 g/l), sacarosa (5 g/l), cafeína (1,6 g/l) y sacarosa (1,5 g/l)

### 5.5 Entrenamiento en el uso de escalas

Los jueces deben conocer los conceptos de clasificación con ayuda de una escala, clasificación en categorías, escalas de intervalo y escalas proporcionales (véanse las Normas UNE 87 008 y UNE 87 020), ordenando previamente series de estímulos simples de olor, de sabor o de textura, respecto a la intensidad de una propiedad concreta. Las diferentes técnicas de clasificación se utilizan a continuación para asignar a las muestras magnitudes significativas. Como se indica en el apartado 5.4, el soporte será agua al principio, pero más adelante se pueden introducir alimentos corrientes o bebidas con estímulos complejos que pueden variar independientemente los unos de los otros.

La tabla 7 nos muestra algunos ejemplos de productos que se pueden utilizar durante esta fase de entrenamiento.

Los estímulos que se elijan estarán relacionados, si es posible, con el producto o productos que eventualmente se tenga la intención de evaluar.



**Tabla 7**  
Ejemplos de productos que se pueden usar para el entrenamiento en el uso de escalas

1	Los productos que figuran en la tabla 3 y en el punto 9 de la tabla 6				
2	Cafeína	0,15 g/l	0,22 g/l	0,34 g/l	0,51 g/l
3	Ácido tartárico	0,05 g/l	0,15 g/l	0,4 g/l	0,7 g/l
	Acetato de hexilo	0,5 mg/l	5 mg/l	20 mg/l	50 mg/l
4	Quesos, por ejemplo, quesos de pasta dura con el Cheddar o Gruyère, o fermentados blandos como el Camembert				
5	Geles de pectinas				
6	Zumo de limón y zumo de limón diluido		10 ml/l	50 ml/l	

#### 5.6 Entrenamiento en el desarrollo y uso de descriptores (perfiles)

Los miembros del panel deben conocer el concepto del perfil; para ello se presentan series de productos simples y se les pide que desarrollen un vocabulario que les permita describir las características sensoriales, especialmente los términos que permitan diferenciar las muestras. Los jueces proponen estos términos individualmente y a continuación se discuten y se selecciona una lista común de por lo menos 10 términos. Esta lista se utilizará para establecer perfiles de los productos, primero atribuyendo los términos apropiados a cada muestra y después puntuando su intensidad utilizando los diversos tipos de escalas discutidas en el apartado 5.5. El organizador establecerá el perfil de cada producto utilizando los resultados para ilustrar el valor del análisis descriptivo. En la tabla 8 podemos ver ejemplos de productos que se pueden utilizar en estos ejercicios de entrenamiento.

**Tabla 8**  
Ejemplos de productos que se pueden usar para el entrenamiento en procedimientos descriptivos (perfiles)

1	Zumos de frutas comerciales, o mezclas
2	Pan
3	Quesos
4	Purés de frutas u hortalizas

Véase también la Norma UNE 87 017.

#### 5.7 Práctica

Las sesiones de entrenamiento descritas en los apartados 5.4 a 5.6 se intercalarán con ejercicios para proporcionar más experiencia a los jueces.

#### 5.8 Entrenamiento para productos específicos

Después del entrenamiento básico, los jueces pueden sufrir un periodo de entrenamiento con el producto, cuya naturaleza exacta dependerá de si se va a utilizar el panel para pruebas de diferenciación o descriptivas (evaluación visual, del olor, de la textura y de las sensaciones olfato-gustativas).

**5.8.1 Evaluación de diferencias.** Se presentan a los jueces muestras similares a las que posteriormente se vayan a examinar para que las evalúen usando cualquiera de los métodos de diferenciación (véase la Norma UNE 87 008 y las normas nacionales específicas que describen las pruebas de diferenciación).

**5.8.2 Evaluación descriptiva.** En los análisis descriptivos no orientados a un producto en concreto, se trabajará con una amplia gama de productos. A los jueces que vayan a examinar un tipo de producto en particular, se les presentará en cada sesión tres muestras de este tipo de producto, examinando aproximadamente 15 muestras en total.

Se propondrán descriptores que describan las diferentes características organolépticas.

El organizador iniciará entonces una discusión para ayudar al panel a agrupar los descriptores similares y a normalizar el vocabulario seleccionando un único descriptor para reemplazar a cada grupo de términos. El proceso se ayuda por medio del examen de patrones externos y muestras con propiedades particulares.

Los descriptores aceptados se incorporan a un formulario que se utilizará en el análisis de otras muestras para mejorar la terminología. Se debe discutir y normalizar el significado de las escalas de intensidad en relación con cada propiedad, refiriéndolas a muestras reales.

## 6 ELECCIÓN FINAL DE LOS PANELES DE CATA PARA MÉTODOS PARTICULARES

### 6.1 Principio

Elección de los jueces más idóneos para un método determinado, con objeto de formar con ellos una reserva a partir de la cual se constituirán los paneles para pruebas particulares.

El número de jueces requerido para cada uno de los objetivos debe ser por lo menos el que se recomienda en la Norma UNE 87 008. Si el número de candidatos sólo es ligeramente superior al que se requiere para el panel puede ocurrir que nos veamos obligados a seleccionar a los mejores disponibles más bien que a aquellos que respondan a un criterio previamente definido.

Los candidatos seleccionados para una tarea no tienen por que ser aptos para otra y de igual forma, los rechazados para un fin no tienen por que serlo para otro.

### 6.2 Pruebas de diferenciación

La selección definitiva del panel se basa en exámenes repetidos de muestras reales. Si el panel se utiliza para la detección de una característica particular, la aptitud para detectar muestras adulteradas a concentración decreciente puede ser también uno de los criterios de selección.

Los jueces seleccionados deben tener actuaciones regulares y deben ser capaces de diferenciar correctamente las muestras presentadas. Los que peor lo hagan serán eliminados.

### 6.3 Pruebas de ordenación

La selección final está basada en el examen repetido de muestras reales. Los jueces seleccionados deben tener actuaciones regulares y deben ser capaces de ordenar correctamente las muestras presentadas. Los que peor lo hagan serán eliminados.

Véase también la Norma UNE 87 023.

#### 6.4 Pruebas de clasificación con ayuda de una escala y de puntuación

Los jueces examinarán alrededor de seis muestras diferentes, por triplicado, presentadas en orden aleatorio y si es posible, en más de una sesión. Los resultados se presentarán como se muestra en las tablas A.1 y B.1.

Los datos se tratarán mediante análisis de varianza para examinar los resultados de cada uno de los jueces (véanse tablas A.2 y B.2).

Habrá que contemplar la eliminación de los jueces que tengan una desviación típica residual elevada, lo que indica incoherencia, o que no detecten una diferencia significativa entre las muestras, lo que indica una mediocre discriminación. Sin embargo, si la mayoría de los jueces muestran malos resultados en uno o los dos criterios, puede ser porque las muestras no son lo suficientemente diferentes para poderlas distinguir con seguridad.

Los datos combinados se analizarán también mediante análisis de varianza (véanse tablas A.3 y B.3). Se determinará si la variación entre jueces, la variación entre muestras y la interacción entre muestras y jueces, son significativas estadísticamente.

Una variación significativa entre jueces es señal de que existe un error sistemático, o sea, de que uno o varios jueces ha(n) puntuado más alto o más bajo que los demás. Una variación significativa entre muestras indica que los jueces, como grupo, han encontrado diferencias entre las muestras. Una interacción significativa jueces/muestras indica que dos o más jueces tienen una percepción diferente de la disimilitud entre dos o más muestras, aunque también puede indicar que unos jueces han utilizado las escalas de forma diferente a otros.

Aunque el análisis de la varianza resulta apropiado para las pruebas de puntuación, no lo es para algunas pruebas de clasificación con ayuda de una escala. Si se utiliza, hay que tomar precauciones.

#### 6.5 Análisis descriptivo cualitativo

No se preconiza ningún procedimiento de selección específico entre los que se acaban de indicar.

Los jueces se seleccionan de acuerdo con la manera de comportarse en los diferentes ejercicios, en particular los descritos en los apartados 5.6 y 5.8.2.

#### 6.6 Análisis descriptivo cuantitativo

6.6.1 Si se utilizan muestras testigo o de referencia (véase la Norma UNE 87 001), se examinará a los candidatos de acuerdo con su aptitud para reconocerlas y describirlas. Los jueces que no sean capaces de reconocer o describir correctamente al menos el 70% de las muestras testigo, no se considerarán aptos para este tipo de pruebas.

6.6.2 Los jueces deben evaluar aproximadamente seis muestras utilizando el vocabulario y formulario desarrollados como se describe en el apartado 5.8.2. Las muestras se presentarán por triplicado en un orden convenientemente equilibrado. Cada descriptor para cada juez se someterá a un análisis similar al descrito en el apartado 6.4 y en el anexo A o a cualquier otro método de análisis multidimensional.

#### 6.7 Jueces para evaluaciones particulares

Pese a haber sido seleccionados por ser los mejores, la actuación de los catadores puede fluctuar. Cuando se trate de análisis descriptivos, con frecuencia puede ser ventajoso proseguir la selección de los mejores jueces o dividir a éstos en subgrupos siguiendo un programa de ensayos al igual que antes de cualquier análisis estadístico complejo de los datos. Para este fin, las técnicas utilizadas son las mismas que se han dado en el apartado 6.4.

#### **7 SEGUIMIENTO DE LOS CATADORES**

Es preciso controlar periódicamente la eficacia y comportamiento de los catadores.

El objeto de este control es examinar cada comportamiento individual para comprobar si los catadores pueden obtener resultados apropiados y reproducibles.

Este control, en muchos casos, se puede llevar a cabo junto con la experiencia y su resultado nos indicará si es necesario un nuevo entrenamiento.

Las pruebas sensoriales particulares que se van a usar estarán en función del área en que van a actuar los jueces y, por tanto, el jefe del panel las seleccionará. Se recomienda registrar los resultados de estas pruebas para tener una referencia continua que se utilizará para decidir si es necesario un nuevo entrenamiento.

#### **8 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS**

Esta norma es equivalente a la Norma Internacional ISO 8586-1:1993.

ANEXO A (Normativo)

EMPLEO DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA ELECCIÓN DE CATADORES PARA EL MÉTODO DE PUNTUACIÓN

Para presentar los resultados de los jueces, se construye una tabla como se indica en la tabla A.1.

En esta tabla,  $Y_{ij}$  es la puntuación dada por el  $j^{\text{ésimo}}$  juez a la  $k^{\text{ésima}}$  repetición de la muestra  $i$ , donde existen  $p$  muestras,  $q$  jueces y  $k$  repeticiones.

Para el caso más específico de la elección final de paneles para las pruebas de puntuación y de clasificación con ayuda de una escala (véase apartado 6.4),  $p = 6$  y  $r = 3$ . En este caso, para el  $j^{\text{ésimo}}$  juez la tabla de análisis de la varianza se construye como se indica en la tabla A.2.

Tabla A.1  
Resultados de los jueces

Muestras	Jueces								Media
	1		2		j		q		
	Puntuación	Media	Puntuación	Media	Puntuación	Media	Puntuación	Media	
1									
2									
i					$Y_{ij}$ $Y_{ik}$ $Y_{ir}$	$\bar{Y}_{ij}$			$\bar{Y}_{i..}$
p									
Media					$\bar{Y}_{.j}$				$\bar{Y}_{...}$

Tabla A.2  
Análisis de la varianza – Datos no combinados

Fuente de variación	Grados de libertad, $\nu$	Suma de cuadrados, SS	Cuadrado medio, MS	F
Entre muestras	$\nu_1 = p - 1$	$SS_1 = r \sum_{i=1}^p (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{.j})^2$	$MS_1 = SS_1/\nu_1$	$F = MS_1/MS_2$
Residual	$\nu_2 = p(r - 1)$	$SS_2 = \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^r (Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij})^2$	$MS_2 = SS_2/\nu_2$	
Total	$\nu_3 = pr - 1$	$SS_3 = \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^r (Y_{ijk} - \bar{Y}_{.j})^2$		



En la tabla A.2 la media para la muestra  $i$  viene dada por

$$\bar{Y}_{ij.} = \frac{\sum_{k=1}^r Y_{ijk}}{r}$$

y la media global por

$$\bar{Y}_j = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^r Y_{ijk}}{pr}$$

La desviación típica residual se calcula como sigue:

$$\sqrt{MS_2}$$

Para los datos combinados, la tabla de análisis de la varianza se construye como se muestra en la tabla A.3.

En la tabla A.3 la media para la muestra  $i$  viene dada por

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^r Y_{ijk}}{qr}$$

y la media para el juez  $j$  por

$$\bar{Y}_j = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^r Y_{ijk}}{pr}$$

La media de las puntuaciones dadas por el juez  $j$  a la muestra  $i$  es

$$\bar{Y}_{ij.} = \frac{\sum_{k=1}^r Y_{ijk}}{r}$$

y la media global es

$$\bar{Y}_{...} = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^r Y_{ijk}}{pqr}$$

Se determina la significación estadística de la interacción entre jueces y muestras comparando el cociente  $MS_6/MS_7$  con los valores estadísticos de las tablas de distribución  $F$  con  $\nu_6$  y  $\nu_7$  grados de libertad.

Si la interacción no es estadísticamente significativa a un nivel  $\alpha = 0,05$ , se determina la significación estadística de la variación entre jueces comparando el cociente  $MS_5/MS_7$  con los valores estadísticos de las tablas de distribución  $F$  con  $\nu_5$  y  $\nu_7$  grados de libertad.

Tabla A.3  
Análisis de la varianza – Datos combinados

Fuente de variación	Grados de libertad, $\nu$	Suma de cuadrados, $SS$	Cuadrado medio, $MS$
Entre muestras	$\nu_4 = p - 1$	$SS_4 = qr \sum_{i=1}^p (\bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...})^2$	$MS_4 = SS_4/\nu_4$
Entre jueces	$\nu_5 = q - 1$	$SS_5 = pr \sum_{j=1}^q (\bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...})^2$	$MS_5 = SS_5/\nu_5$
Interacción	$\nu_6 = (p - 1)(q - 1)$	$SS_6 = r \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (\bar{Y}_{ij.} - \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{.j.} + \bar{Y}_{...})^2 - SS_4 - SS_5$	$MS_6 = SS_6/\nu_6$
Residual	$\nu_7 = pq(r - 1)$	$SS_7 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^r (Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij.})^2$	$MS_7 = SS_7/\nu_7$
Total	$\nu_8 = pqr - 1$	$SS_8 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^r (Y_{ijk} - \bar{Y}_{...})^2$	

**ANEXO B (Informativo)**  
**EJEMPLO DE APLICACIÓN PRÁCTICA**

La evaluación, por cada juez, de tres muestras de seis lotes de pescado conservados en hielo tiempos diferentes, utilizando un sistema de puntuación de 10 puntos (puntuación individual y medias), dio los resultados mostrados en la Tabla B.1.

La tabla de análisis de la varianza se construye como se muestra en la tabla B.2.

El análisis global de la varianza se calcula como se muestra en la tabla B.3.

De este ejemplo se puede deducir que los jueces 1 y 4, que tienen desviación típica residual baja y variación entre muestras estadísticamente significativa, son aptos. El juez 2, que tiene una desviación típica residual muy alta y por consiguiente no presenta variación significativa entre muestras, no es apto, al igual que el juez 3, para el cual tampoco se constata variación significativa entre muestras.

La variación entre jueces es significativa y se debe señalar que los jueces 2 y 3 dan puntuaciones más bajas que los jueces 1 y 4. Por otra parte, la interacción jueces/muestras no es significativa y por ello no se puede afirmar que los jueces discrepen en el uso de las escalas.

**Tabla B.1**  
**Puntuación de los jueces**

Muestras	Jueces								Media
	1		2		3		4		
	Puntuación	Media	Puntuación	Media	Puntuación	Media	Puntuación	Media	
1	8 8 9	8,3	5 8 9	7,3	6 7 5	6,0	9 8 8	8,3	7,50
2	6 8 7	7,0	6 7 4	5,7	5 4 7	5,3	7 7 6	6,7	6,17
3	4 5 5	4,7	5 2 3	3,3	4 3 5	4,0	5 5 5	5,0	4,25
4	6 6 5	5,7	6 4 6	5,3	4 2 4	3,3	6 5 5	5,3	4,92
5	4 5 3	4,0	3 2 4	3,0	4 4 5	4,3	4 5 4	4,3	3,92
6	5 6 6	5,7	4 2 7	4,3	5 4 6	5,0	7 5 7	6,3	5,33
Media	5,89		4,83		4,67		6,00		5,35



**Tabla B.2**  
Análisis de la varianza – Datos no combinados

Fuente de variación	Grados de libertad	Jueces							
		1		2		3		4	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
Entre muestras	$\nu = 5$	7,42	13,36 <sup>1)</sup>	7,83	2,66 <sup>2)</sup>	2,80	2,40 <sup>2)</sup>	6,13	13,80 <sup>1)</sup>
Residual	$\nu = 12$	0,56		2,94		1,17		0,44	
	Desviación típica residual	0,75		1,71		1,08		0,67	

1) Significativo a un nivel  $\alpha = 0,001$ .

2) No significativo a un nivel  $\alpha = 0,05$ .

**Tabla B.3**  
Análisis de la varianza – Datos combinados

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados, SS	Cuadrado medio, MS	F
Entre jueces	$\nu = 3$	26,04	8,68	6,79 <sup>1)</sup>
Entre muestras	$\nu = 5$	104,90	20,98	16,42 <sup>1)</sup>
Interacción	$\nu = 15$	16,04	1,07	0,84 <sup>2)</sup>
Residual	$\nu = 48$	61,33	1,28	
Total	71	208,31		

1) Significativo a un nivel  $\alpha = 0,001$ .

2) No significativo a un nivel  $\alpha = 0,05$ .