



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**ESTUDIO DEL EFECTO DE LA REDUCCIÓN DE  
CARGA CALÓRICA EN EL PERFIL SENSORIAL Y  
CARACTERIZACIÓN DE LOS ATRIBUTOS QUE  
PREDOMINAN A LO LARGO DEL TIEMPO DE  
CONSUMO EN HELADO DE VAINILLA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

**P R E S E N T A:**

**LUQUE RAMÍREZ MARIANA**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.**

**2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**JURADO ASIGNADO:**

<b>PRESIDENTE</b>	DULCE MARÍA GÓMEZ ANDRADE
<b>VOCAL</b>	PATRICIA SEVERIANO PÉREZ
<b>SECRETARIO</b>	MARICARMEN QUIRASCO BARUCH
<b>1er. SUPLENTE</b>	TANIA GÓMEZ SIERRA
<b>2do. SUPLENTE</b>	ANA KARINA ELÍAS PATIÑO

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

ANEXO DEL LABORATORIO 4D, 4º PISO DEL EDIFICIO A,  
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA,  
FACULTAD DE QUÍMICA,  
CIUDAD UNIVERSITARIA, UNAM

**ASESOR DEL TEMA**

Dra. PATRICIA SEVERIANO PÉREZ

---

**ASESOR TÉCNICO**

Dr. HÉCTOR BERNARDO ESCALONA BUENDÍA

---

**SUSTENTANTE**

MARIANA LUQUE RAMÍREZ

---

## ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 JUSTIFICACIÓN	2
3 OBJETIVOS	3
3.1 Objetivos generales	3
3.2 Objetivos particulares	4
4 HIPÓTESIS	4
5 MARCO TEÓRICO	4
5.1 Características del helado	4
5.1.1 Definición	4
5.1.2 Composición	5
5.1.3 Clasificación	8
5.2 Proceso de elaboración de los helados	9
5.3 Evaluación Sensorial	10
5.3.1 Definición	10
5.3.2 Función de un panel sensorial	11
5.4 Definición de las pruebas	12
5.4.1 Análisis Descriptivo Convencional	12
5.4.2 Dominio Temporal de las Sensaciones	14
5.4.3 Marca Todo lo que Corresponda en el tiempo	16
5.5 Análisis de Componentes Principales	17
5.6 Evaluación Sensorial del helado	18
6 METODOLOGÍA	22
6.1 Obtención de las muestras	22
6.2 Evaluación Sensorial	23

6.2.1 Etapa de Selección	23
6.3 Entrenamiento de helado para perfil convencional	25
6.3.1 Generación de Descriptores	25
6.3.2 Selección de Descriptores	27
6.3.3 Verificación de atributos definidos	27
6.3.4 Entrenamiento en escalas	28
6.3.5 Entrenamiento con estándares	29
6.4 Evaluación de la Metodología Descriptiva	31
6.5 Evaluación en la Metodología TDS	32
6.6 Evaluación en la Metodología TCATA	34
6.7 Análisis Estadístico	35
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
7.1 Evaluación Sensorial	36
7.1.1 Etapa de selección	36
7.2 Entrenamiento de Helados para el perfil Convencional	36
7.2.1 Generación de descriptores	36
7.2.2 Selección de descriptores	37
7.2.3 Verificación de los atributos definidos	38
7.2.4 Entrenamiento en escalas	42
7.2.5 Entrenamiento con estándares	45
7.3 Evaluación en la Metodología Descriptiva Convencional	47
7.3.1 Perfil Sensorial	50
7.4 Evaluación de la Metodología TDS	61
7.4.1 Muestras experimentales reducidas en carga calórica	62
7.4.2 Muestras comerciales reducidas en carga calórica	66

7.4.3 Muestras comerciales completas	69
7.5 Evaluación de la Metodología TCATA	73
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	78
8.1 Perfil Sensorial	78
8.2 Metodología TDS	83
8.3 Metodología TCATA	85
9. CONCLUSIONES	90
10. BIBLIOGRAFÍA	92
11. ANEXOS	99

## **ABREVIATURAS**

### **Aspecto**

Color (C)

Brillo (Br)

Presencia de cristales (Pcr)

Porosidad (Pr)

Cremoso (Crm)

### **Textura**

Dureza (D)

Viscosidad (Vs)

Creмосidad (Cm)

Cristales (Cr)

Rapidez para fundirse (RF)

Sensación grasa (Sg)

Arenosidad (Ar)

Gomosidad (Gm)

Espumoso (Es)

Denso (De)

### **Sabor**

Vainilla (FV)

Dulce (FD)

Leche (FL)

Caramelo (FC)

Salado (FS)

### **Olor**

Vainilla (OV)

Caramelo (OC)

### **Resabio**

Artificial (Rar)

### **Intensidad**

Bajo (B)

Medio (M)

Alto (A)

### **Metodologías**

Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA)

Dominio Temporal de las Sensaciones (TDS)

Tiempo-Intensidad (TI)

Temporal Marca Todo lo que Corresponda (T-CATA)

### **Herramientas estadísticas**

Análisis de Varianza (ANOVA)

Coefficiente de Variación (CV)

Análisis de Componentes Principales (PCA)

### **Composición**

Bajo en grasa y azúcar (LFS)

Bajo en grasa (LF)

### **Tiempo**

Segundos (s)

Minutos (min)

## 1. INTRODUCCIÓN

En México el consumo de helado se da principalmente en las épocas de calor y en pequeños establecimientos siendo el consumo per cápita de 2.2 litros comparando con países del norte del mundo donde el consumo anual alcanza hasta los 22 litros por persona (Andrade, 2018).

El helado se puede definir como una emulsión homogénea y pasteurizada de diversos ingredientes, entre los que destacan agua o leche como ingrediente principal, que es batida y congelada para su posterior consumo (Cenzano, 2003).

Existen diferentes maneras de clasificar el helado dependiendo de su composición, ingredientes, presentación, etc. La principal es por su ingrediente base; clasificándolos como:

- Helados a base de agua.
- Helados a base de leche.

Entre los helados que presentan un 10% de grasa en su elaboración, el sabor más popular es el de vainilla (Fritz, 1989). La vainilla permanece como el sabor favorito en los postres congelados, debido a que es más delicado en comparación con el chocolate, por lo que desempeña un importante papel en gran cantidad de productos innovadores (Salvage, 1992).

Actualmente se han realizados diversos trabajos para medir el perfil sensorial y las características fisicoquímicas del helado con diferentes composiciones, algunos son con muestras reducidas en grasa, otros haciendo un comparativo entre grasa animal vs grasa vegetal y algunos más donde se mide el efecto al utilizar leche de cabra reducida en grasa (Chacón-Villalobos, *et al.* 2016, Akbari, *et al.* 2016) Todas estas investigaciones se centran en análisis de componentes o pruebas de nivel de agrado a consumidores como herramientas sensoriales, sin embargo, aún no se han realizado estudios sensoriales que cuantifiquen los atributos predominantes a lo largo del tiempo de consumo, aplicados al helado. Por ello, este trabajo pretende aumentar el conocimiento sensorial de muestras con la composición habitual y muestras reducidas en grasa y/o azúcar, caracterizando el perfil sensorial de cada muestra, por medio de la metodología Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA por sus siglas en inglés); analizando los datos por medio de una ANOVA con un nivel

de significancia del 95% y midiendo los atributos que predominan a lo largo del tiempo utilizando dos metodologías Dominio Temporal de las Sensaciones (TDS por sus siglas en inglés) y Marca todo lo que Corresponda en el Tiempo de Evaluación (T-CATA por sus siglas en inglés).

TDS es una metodología reciente en el campo sensorial que describe la evolución de las percepciones sensoriales dominantes durante la degustación de un alimento. El procedimiento consiste en pedirle a los jueces que identifiquen continuamente, durante un periodo de tiempo determinado, la percepción dominante entre una lista de atributos sensoriales. Una evaluación TDS da como resultado una secuencia de percepciones dominantes durante el tiempo de consumo (Delarue, *et al*, 2015).

T-CATA es una extensión de la metodología CATA questions. En T-CATA los evaluadores reciben una lista de atributos y se les pide que seleccionen todos los atributos que consideren aplicables para describir las sensaciones que perciben en cada momento de la evaluación del producto. Esta metodología permite a los evaluadores indicar que perciban varios atributos a la vez. El procedimiento consiste en pedirle a los evaluadores que marquen todos los atributos sensoriales que describen la muestra y desmarcarlos cuando ya no lo sean (Ares, *et al*, 2015).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Los hábitos alimenticios poco saludables y la falta de actividad física en la población mexicana tienen como consecuencia la segunda prevalencia más alta de obesidad en la OCDE de 33% en los adultos y la más alta proporción general de población con sobrepeso u obesidad del 73% (OCDE, 2017). Como respuesta a esta problemática se han desarrollado productos reducidos en carga calórica que permitan dar opciones a los consumidores y tener productos en el mercado que ayuden a disminuir la misma. Por ello, alimentos de consumo alto o medio han sido modificados en su composición para reducir su carga calórica, pero manteniendo el mismo perfil sensorial (aroma, sabor, textura y apariencia) que caracteriza cada alimento.

El helado ha sido ampliamente estudiado en cuanto a los cambios de composición para reducir su carga calórica, a pesar de que el consumo en México es mucho menor, siendo apenas de 2.2 litros per cápita, comparado con otros países como por ejemplo Suecia y Noruega donde el consumo es de 22 litros per cápita (Andrade, 2018); las cifras aumentan hasta un 48% en la temporada de calor en México (PROFECO, 2014). Durante la Feria Internacional del Helado René Fonseca, director general de la Cámara Nacional de Industriales de la Leche (Canilec), mencionó que la industria del helado busca introducir este alimento como un producto con aporte nutricional que sea parte de la dieta y no como un alimento ocasional tipo golosina (Andrade, 2018).

Por ello, este trabajo muestra el efecto que tiene la modificación calórica en las características sensoriales (aroma, sabor, textura y apariencia) del helado comparando los datos obtenidos de las muestras comerciales con las muestras experimentales reducidas en carga calórica utilizando el Análisis Descriptivo Cuantitativo, así mismo determinar el impacto en el consumo a lo largo del tiempo mediante las metodologías TDA y T-CATA para establecer cuáles son los atributos que prevalecen y predominan a lo largo de la evaluación.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivos Generales**

- Caracterizar el perfil sensorial de helado de vainilla en muestras comerciales con composición habitual, reducidas en grasa, reducidas en azúcar, reducidas en grasa y azúcar y muestras experimentales para determinar cuáles son las características sensoriales que se modifican con la reducción calórica
- Determinar los atributos que prevalecen y predominan a lo largo de consumo para conocer el impacto que puede tener el cambio de composición en la percepción del helado.

### **3.2 Objetivos Particulares**

- Entrenar a un grupo de personas en la metodología de Análisis Descriptivo Convencional para evaluar los atributos de helado de vainilla y desarrollar el perfil de muestras con composición normal y reducida en grasa.
- Conocer los cambios en las características sensoriales en helado de vainilla reducidos en carga calórica en comparación con muestras comerciales.
- Determinar mediante las metodologías TDS y T-CATA los atributos dominantes del helado de vainilla a lo largo del tiempo de consumo.

### **4. HIPÓTESIS**

- La reducción de grasa en el helado de vainilla modificará las características sensoriales siendo los atributos textura (cristales, arenosidad, rapidez para fundirse, sensación grasa) los que presentarán mayor diferencia; mientras que el aspecto (color, brillo, porosidad, cremoso y presencia de cristales) no se verán modificados.
- En las muestras de composición habitual la sensación grasa será el atributo que predomine al final del tiempo de consumo, mientras que en las muestras reducidas en calorías será el resabio artificial.
- El atributo predominante a lo largo del tiempo de consumo será el sabor a vainilla independientemente de su composición en grasa y azúcar.

### **5. MARCO TEÓRICO**

#### **5.1 Características del helado**

##### **5.1.1 Definición**

El helado es una mezcla aireada y congelada que se mantiene por debajo de los 20°C de forma homogénea y consta de tres principales componentes estructurales, estos son: células de aire, cristales de hielo y glóbulos de grasa, que se encuentran inmersos en una fase líquida de alta viscosidad con azúcares, proteínas de leche y agua no congelada, denominada suero. (Marshall, et al, 2003; Clarke, 2004).

La NOM -036-SSA1-1993 define el helado como: alimentos producidos mediante la congelación con o sin agitación de una mezcla pasteurizada compuesta por una combinación de ingredientes lácteos, pudiendo contener grasas vegetales, frutas, agua, huevo y derivados, saborizantes, edulcorantes, estabilizantes, emulsificantes y otro tipo de aditivos alimentarios

### 5.1.2 Composición

El helado es una emulsión, espuma o combinación de dos líquidos que normalmente no se mezclan entre sí. En lugar de ello, uno de los líquidos se dispersa a lo largo del otro. En el helado las partículas líquidas de grasa, llamados glóbulos de grasa se dispersan por toda una mezcla de agua, azúcar y hielo, junto con las burbujas de aire (Figura 1).

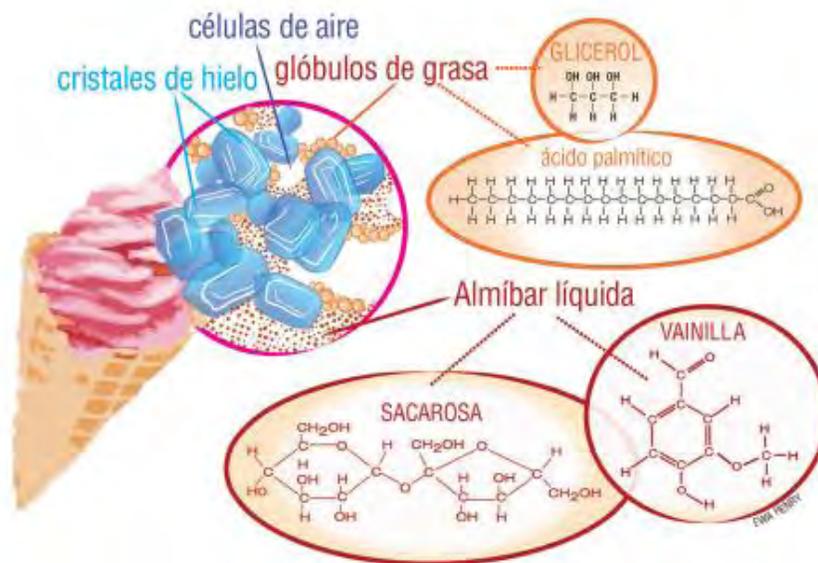


Figura 1. Composición de las moléculas del helado (Rohrig, 2014)

El azúcar (glucosa y sacarosa) y la grasa son esenciales para el desarrollo del helado, la leche contiene naturalmente lactosa, la cual no es muy dulce por lo que es necesario añadir grandes cantidades de azúcar.

Debido a que es un alimento congelado, el frío tiende a adormecer las papilas gustativas, lo cual las hace menos sensibles. Así que se tiene que añadir más azúcar para producir el

efecto deseado a las temperaturas bajas en la que usualmente se sirve el helado (Rohrig, 2014).

El helado debe contener al menos un 10% de grasa y esta grasa debe provenir de la leche. Antes de que la leche sea homogeneizada, una capa gruesa de crema flota en la superficie. Esta crema tiene una alta concentración de grasa, hasta el 50% , y suministra la mayoría de la grasa del helado (Gooch, 2004).

Para obtener el máximo provecho de los ingredientes del helado, es necesario conocer su comportamiento, sus límites y las porciones óptimas de su utilización. Los constituyentes básicos de una mezcla para helados (tabla 1) son importantes porque determinan la calidad final del producto, y lo constituyen: el agua, grasa, sólidos no grasos, azúcar, estabilizador, emulsificante y saborizantes naturales y/o saborizantes artificiales (Manual de elaboración de helados, 2009).

Tabla 1. Función de los componentes del helado

Agua	El agua puede proceder de la misma leche si se usa leche líquida o de fuente externa.
Grasa	Brinda excelentes características de sabor y textura, aunque su exceso dificulta el batido. Generalmente los fabricantes ofrecen un producto con un contenido de materia grasa que varía entre 10 y 12%. Lo ideal de usar crema fresca, aunque también se puede emplear mantequilla, grasa anhidra de leche o grasa vegetal.
Sólidos no grasos	Están constituidos básicamente por proteínas y lactosa, que intervienen en las características texturales del helado. Además, su contribución al valor nutritivo, las proteínas interaccionan con el agua, dando un helado suave y de buena consistencia. Además, las proteínas de la leche, debido a los grupos hidrófobos que contienen forman una membrana que rodea a los glóbulos grasos, determinando junto con los estabilizantes y emulsionantes las propiedades del producto. La lactosa contribuye al sabor dulce, pero por su baja solubilidad tiende a cristalizar y producir alteraciones en el producto. En la mayoría de los casos proceden de la leche entera líquida, leche entera en polvo, leche semidescremada o leche descremada. Otros sólidos no grasos lo constituyen: caseinatos, sólidos de suero, yemas de huevo, etc.
Azúcar	El azúcar brinda al helado el sabor dulce que esperan los consumidores. Cuando su concentración es la óptima, generalmente del 14 al 16% contribuyen al rico y delicado sabor que presenta un buen producto. En excesiva cantidad, enmascaran el sabor, descienden considerablemente el punto de

	congelación y hacen al helado pegajoso y pesado. Entre las fuentes más comunes de azúcar se tienen: azúcar de caña, melaza, miel, glucosa, sacarina, azúcar de maíz, dextrina, sacarosa, etc.
Estabilizador	Se utilizan por sus propiedades hidrofílicas, modificando la viscosidad de la mezcla y dificultan la formación de cristales grandes, haciendo que el helado tenga una textura más suave, una mayor resistencia a fundirse y que su consistencia sea adecuada. Los estabilizantes también mejoran las condiciones de batido y favorecen la formación de burbujas de aire muy pequeñas que dan rigidez a la estructura en la interfase aire-mezcla. En la actualidad los estabilizantes que más se utilizan son de origen vegetal como las gomas xantana, algarrobo y guar, extractos de algas como alginatos o carragenina y derivados de la celulosa como la carboximetilcelulosa (CMC).
Emulsificante	Su función principal es estabilizar la emulsión grasa; también contribuyen a la consistencia, resistencia a la fusión, textura y aspecto típico de los helados. Además, facilitan el batido y mejoran el rendimiento. Básicamente son mono y diglicéridos.
Saborizante	Es de primordial importancia en la aceptación del helado. Para el consumidor lo definitivo será un buen sabor que además entraña olor. Por esto es necesario que cualquier saborizante ya sea natural o artificial sea algo volátil y soluble para que pueda cumplir su función frente a los sentidos del catador. Los sabores que se pueden adicionar al helado son muy variados, los más empleados son: vainilla, chocolate, aunque también se pueden utilizar pulpas de frutas, así como nueces, pecanas, castañas, almendras y maní tostado.
Aire	Se introduce mediante el batido; es un ingrediente principal en el helado ya que sin él la consistencia sería menos cremosa. El aumento en el volumen efectuado por el aire de batido en la mezcla durante el proceso de congelación es conocido como sobre rendimiento. El rango usual del sobre rendimiento es de 80 a 100%, pero podría alcanzar 150%. Así, un galón de mezcla hace cerca de dos galones de producto final. Si el sobre rendimiento es excesivamente bajo, el helado tendrá una consistencia dura de aspecto y demasiado compacta y el margen de utilidad se reducirá de una manera considerable.

Fuente: Ficha técnica de elaboración de helados, Editorial Soluciones Prácticas 22, Pp. 5.

### 5.1.3 Clasificación

Son varias clasificaciones que se pueden hacer de los helados según se atiende a su composición, ingredientes, envasado, etc. (Cezano, 2003). Así se tienen:

- **Helados de crema**

Son aquellos cuyo ingrediente básico es la nata o crema de leche por lo que su contenido en grasa de origen lácteo es más alto que en el resto de los otros tipos de helados.

- **Helados de leche**

Son aquellos cuyo ingrediente básico es la leche entera.

- **Helados de leche desnatada**

El ingrediente básico es la leche desnatada, que es aquella leche que ha sido privada parcial o totalmente de su contenido graso natural.

- **Helados con grasa no láctea**

Son aquellos en que la grasa de leche es sustituida por otras de origen vegetal (colza, algodón, coco, etc.)

- **Helados de mantecado**

Tradicionalmente, el huevo ha sido un componente básico en la preparación de helados. Así los llamados helados o mantecados son aquellos elaborados a base de huevo, productos lácteos (nata, leche, etc.) y azúcar. Se debe añadir una cantidad mínima de 1.5% de yema de huevo.

- **Helados de agua (sorbetes y granizados)**

Son el producto resultante de congelar una mezcla debidamente pasteurizada y homogeneizada de diversos productos como azúcar, fruta, colorantes, saborizantes, estabilizantes con agua.

- **Tartas heladas**

Son combinaciones artísticas de una o varias clases de helados mencionados anteriormente, sometidos posteriormente a un proceso de elaboración y decoración con diversos productos (chocolate, almendras, avellanas, etc.)

Por otro lado, la Norma Oficial Mexicana NOM- 036-SSA1-1993 Bienes y servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados. Especificaciones sanitarias, clasifica a los helados de acuerdo a su contenido de grasa láctea, en:

- **Helado de crema:** los obtenidos con crema de leche como base; un contenido mínimo de 7%de grasa de leche, no menos del 7%de sólidos no grasos de leche y 26%de sólidos totales.
- **Helados de leche:** los obtenidos de leche como base; un contenido mínimo de grasa de 2%, no menos de 9% de sólidos no grasos de leche y 25%de sólidos totales.
- **Sorbetes:** los helados obtenidos de agua; un contenido mínimo del 1% de sólidos no grasos de la leche y 15% de grasas totales.

## **5.2 Proceso para elaboración de los helados**

El proceso de elaboración de helados se divide en 6 etapas (Angulo, 2013):

- ✓ **Recepción, almacenamiento y preparación de los ingredientes de la mezcla.**
- ✓ **Homogenización:**
  - a) Distribución uniforme de la grasa
  - b) Brinda mayor resistencia a la oxidación (evita olor rancio)
  - c) Aumenta la capacidad espumante y de incorporación de aire a la mezcla
- ✓ **Pasteurización:**
  - a) T=83 – 85°C, 15 – 20 s
  - b) Desnaturalización de proteínas del suero
  - c) Absorción más rápida de agua y disolución de ingredientes
  - d) Actúan emulsionantes y estabilizantes

- e) Disolución y dispersión de grasas
- f) Eliminación de contaminación bacteriológica

✓ **Maduración:**

- a) Mantenimiento de la base entre los 4 y 5°C durante 3 a 4 horas (máximo 24 horas), aumenta viscosidad de la base. En esta etapa, se generan cambios que ayudan a dar más consistencia, mejor predisposición para absorber aire y mayor resistencia a derretirse.
- b) Se lleva a cabo la cristalización de la grasa y la absorción de agua de las proteínas.

✓ **Congelación y aireación de la mezcla:**

- a) Etapa más importante, se lleva a cabo la congelación y la incorporación de aire batido (simultáneamente)
- b) La cantidad de aire incorporada determina el sobre rendimiento, densidad, costo y la cantidad de helado.

✓ **Envasado, endurecimiento y conservación:**

- a) El endurecimiento se realiza en helados ya envasado y empaquetado a una temperatura de -23°C, durante 30-70 min hasta 20 h.
- b) El almacenamiento debe hacerse en cámaras de conservación donde se mantenga el helado a una temperatura igual o inferior a -18 °C. Un posible indicativo de la ruptura de la cadena de frío es la cristalización del helado.

## **5.3 Evaluación sensorial**

### **5.3.1 Definición**

La evaluación sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo, las cuales son percibidas por los sentidos humanos. Entre dichas características se pueden mencionar, por su importancia:

- a) **Apariencia:** Color, tamaño, forma, conformación, uniformidad.
- b) **Olor:** Los miles de compuestos volátiles que contribuyen al aroma.

- c) **Gusto:** Dulce, amargo, salado, ácido y umami (posiblemente también metálico, astringente y otros)
- d) **Textura:** Las propiedades físicas como dureza, viscosidad, granulosidad entre muchas otras.
- e) **Sonido:** Se correlaciona con la textura; por ejemplo, crujido, tronido, efervescencia

Es complejo el uso de pruebas sensoriales para establecer los atributos que contribuyen a la calidad de un alimento u otros productos consume tiempo, implica mucho trabajo, está sujeto a error debido a la variabilidad de juicio humano y, por consiguiente, es costoso. Sin embargo, no existen instrumentos mecánicos o eléctricos que puedan duplicar o sustituir el dictamen humano (Pedrero, 2007).

El papel de la evaluación sensorial se torna de gran importancia en prácticamente todas las etapas de producción y desarrollo de la industria alimentaria, para conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto. Con este fin, científicos relacionados no sólo en el campo de la alimentación, sino también psicólogos, químicos ingenieros, tecnólogos y matemáticos, se esfuerzan para llegar a un mejor entendimiento del hombre como instrumento para medir las propiedades de un producto y su relación con su aceptación y uso por parte del consumidor (Ibáñez, *et al*, 2001).

### 5.3.2 Función de un panel sensorial

En la evaluación sensorial los instrumentos de medición son los sentidos: vista, oído, gusto, olfato y tacto. Generalmente es más correcto referirse a los analizadores que a los sentidos. Al analizador se define como un mecanismo nervioso complejo que empieza en un aparato receptor externo y termina en el cerebro. Los analizadores reciben los estímulos del mundo exterior y los transforman en sensaciones, las cuales se interpretan e integran con otras sensaciones y con la experiencia anterior transformándose en percepciones. Los estímulos son los atributos sensoriales del alimento que se evalúa, la percepción de estas es el reflejo o imagen de la realidad que puede ser más o menos fiel en función de la aplicación (Torricella, *et al*, 2007).

La participación del hombre en la evaluación sensorial es tan importante que para una mejor interacción es necesario la formación de un grupo de jueces, que consiste en un grupo de personas que pasan por reclutamiento, selección, entrenamiento y control de acuerdo con la NF ISO 8586-2012. Además de proporcionar las condiciones locativas básicas para la sala de catación o cabinas, para el sitio de preparación de las muestras. También, se tiene un cuidado especial en el momento de elegir la prueba que se va a aplicar, el cuestionario, el número de muestras, la cantidad, los alimentos adicionales que van a servir de vehículo para ingerir la muestra, los recipientes que van a contener las muestras, entre otras cosas. Todo lo anterior brinda la seguridad y confiabilidad de los resultados para posteriormente a través del estudio estadístico, lograr un análisis significativo permitiendo determinar la aceptabilidad esperada por el consumidor (Hernández, 2005).

Existen varios tipos de jueces, y estos dependerán del estudio que se quiera realizar: jueces expertos, jueces entrenados o jueces de laboratorio y jueces consumidores. Los dos primeros se utilizan en el control de calidad en el desarrollo de nuevos productos o cuando se realizan cambios en las formulaciones; los datos obtenidos por este medio son resultados descriptivos. Mientras que el segundo grupo es empleado para determinar la reacción del consumidor hacia el producto alimenticio y los resultados que se generan son afectivos (Hernández, 2005; Cuatzo, 2004).

## **5.4 Definición de las pruebas**

### **5.4.1 Análisis Descriptivo Convencional**

El Análisis Sensorial Descriptivo Cuantitativo (QDA por sus siglas en inglés) se originó en respuesta a las debilidades que presentaba el método de perfil de sabor por ausencia de un análisis estadístico. En este sentido, este método se basa en la búsqueda de los términos adecuados para describir el producto, el uso de un procedimiento específico para llevarlo a cabo, el uso de un grupo de jueces entrenado y el análisis estadístico que garantizan su validez. Puede ser considerado como el primer paso para caracterizar un producto. (Meilgaard, et al, 1999, Valinova. M. 2008).

Para lograr esta descripción detallada del producto es necesario disponer de un grupo de jueces como instrumento objetivo para identificar la naturaleza y medir la intensidad de los atributos que caracterizan al alimento. Emplear jueces entrenados como herramientas de medición proporciona información más precisa y consistente, ya que son empleados criterios y procedimiento más estrictos (Meilgaard, et al, 1999).

El análisis descriptivo convencional es capaz de responder a todas las características de un grupo como la apariencia, el aroma, el sabor, la sensación, la textura, etc. Es un método cuantitativo que permite determinar la confiabilidad individual y de un grupo. No requiere un grupo grande de jueces (normalmente entre 8 y 12) y puede ser usado para cualquier producto. Tiene un procedimiento fácil para el desarrollo del lenguaje y está libre de la influencia del líder de la sesión. Además, de poseer un procedimiento para la verificación de los términos y ser razonablemente rápido (Stone, et al, 1980).

El análisis de los resultados permite analizar la reproducibilidad de los jueces, la adecuación de los atributos y la posible diferencia entre las muestras evaluadas. La forma más común de representar los datos es mediante la gráfica radial o de coordenadas polares, que caracteriza a este método. El análisis estadístico de los datos se realiza con ANOVA a una o dos vías, producto y atributo o más vías producto, atributo, repetición o mediante la aplicación de análisis multivariado, como el Análisis de Componente Principales (PCA por sus siglas en inglés) o el análisis factorial, entre otros. (Stone, et al 1993; Gacula, 1997; Moussaoui, et al, 2010; Cartier, et al, 2006, Iñigo, 2013).

Otras ventajas que pueden destacar de esta metodología son: determinación del diseño y la calidad de un producto, definición de estándares de producción del mismo, desarrollo o mejoramiento de un producto, entre otras (Pacheco, et al, 2014).

Por su parte el perfil convencional descriptivo considera un periodo de entrenamiento antes de las evaluaciones, esto para tener una validación en los resultados arrojados. En esta metodología el grupo de jueces desarrolla el vocabulario que se utilizará en todas las sesiones, es decir, los atributos que acuerdan cubren todas las variaciones sensoriales para los productos a evaluar. El perfil convencional descriptivo se utiliza como referencia debido

a su impacto, validez de resultados y uso a nivel académico e industrial (Dehlholm, et al, 2012).

#### **5.4.2 Dominio Temporal de las Sensaciones**

En ocasiones, el sabor de un alimento no empieza cuando llega a la boca sino cuando es estimulado con el tiempo. Piggot, 1994 elaboró un proceso en el que incluía la concepción del alimento, incluyendo la masticación, salivación y movimiento de la lengua. Esto modifica totalmente la percepción en la intensidad y cantidad de aroma, sabor y textura de un momento a otro (Di Monaco, et al, 2014).

Se han desarrollado diferentes metodologías para medir estas percepciones con el tiempo como son las pruebas Tiempo-Intensidad (Time Intensity por sus siglas en inglés) y más recientemente Dominio Temporal de las Sensaciones (TDS). Otras menos utilizadas como Perfil Progresivo; Perfil Secuencial y Tiempo-Intensidad de Doble Atributo (Jack, et al, 1994, Methven, et al, 2010, Duizer, et al, 1997).

Dominio Temporal de las Sensaciones (TDS por sus siglas en inglés) es una metodología relativamente reciente en el campo sensorial que brinda la oportunidad de describir la evolución y secuencia de las percepciones sensoriales dominantes de un producto durante la degustación o un periodo de tiempo determinado; más precisamente consiste en identificar y calificar la intensidad de las sensaciones percibidas como dominantes. Se les pide a los jueces que identifiquen continuamente, durante un periodo de tiempo determinado, la percepción dominante de entre una lista de atributos sensoriales; estos seleccionan un nuevo atributo dominante siempre que se perciba un cambio en la sensación dominante. Una evaluación de TDS da como resultado una secuencia de percepciones a lo largo del tiempo. Las sensaciones “dominantes” son definidas como la sensación que captura la atención, la percepción más llamativa y no necesariamente tiene que ser la sensación más intensa (Pineau, et al, 2009; Pineau, et al, 2015).

Los jueces de TDS no requieren de un entrenamiento muy exhaustivo. Como buena práctica se deben usar más panelistas que en los perfiles convencionales. Los jueces deben estar entrenados en intensidad de los atributos, pruebas de ranking y se les introduce en el tema

de la temporalidad de las sensaciones. La dominancia y la intensidad son dos conceptos diferentes pero complementarios. En la metodología TDS el entrenamiento debe ser más orientado en la descripción de la muestra en orden, para dar la lista de los atributos dominantes (Di Monaco, et al, 2014).

Comparado con otros métodos, en TDS se puede usar para varios productos con diferentes propiedades de textura; para líquidos, semi sólidos y sólidos. Destaca el efecto de hidrocoloides cambiando la percepción dinámica de los atributos de textura en el helado.

Estudios en geles (Labbe, et al, 2009) revelan que en TDS siempre puede dar información en sensaciones percibidas después de consumir el alimento; como una sensación refrescante la cual sugiere la aplicación en la investigación de emoción de alimentos.

En comparación con Tiempo-Intensidad se ha encontrado que producen información similar (Le Reverend, et al, 2008) en términos de diferencia entre productos, atributos y evolución del tiempo. TDS obtiene información más rápido y puede ser usado para ilustrar la percepción de un producto en función del tiempo mientras que Tiempo-Intensidad es más sustentable para la determinación de la cinética de un atributo específico. Ambos dan resultados buenos y coherentes, pero en general no están diseñados para las mismas necesidades, la principal diferencia es que TI está diseñado para monitorear un solo atributo con respecto al tiempo mientras que en TDS se pueden seleccionar diferentes atributos, este es más adecuado porque en el proceso de escoger al atributo dominante se hace una comparación entre varios atributos.

TDS es conceptualmente diferente a cualquier otro método enfocado en la intensidad o percepción de un alimento tal como Tiempo-Intensidad o el perfil convencional por lo tanto no puede ser considerado como un reemplazo, sino simplemente como un método útil para analizar e interpretar otra dimensión sensorial.

La metodología aún tiene algunas lagunas en aspectos como (Di Monaco, et al, 2014):

- Cómo el atributo dominante es definido e interpretado por los jueces ya que esto puede tener un impacto en los resultados.

- Aún no ha sido estudiado o verificado el número óptimo de jueces y repeticiones durante la evaluación.
- Puede involucrar diferentes atributos en diferente orden y con diferentes tiempos durante la evaluación a nivel individual.
- Los jueces pueden usar diferentes atributos en una evaluación, sin embargo, la influencia exacta de enumerar diferentes propiedades sensoriales en la misma lista aún es desconocida.

### **5.4.3 Marca Todo lo que Corresponda en el Tiempo**

La percepción sensorial es un fenómeno dinámico. La intensidad percibida de los atributos sensoriales cambia junto con la transformación de los alimentos, en la boca, y la liberación de compuestos olfativos durante la descomposición del mismo (Sudre, et al, 2012). Actualmente existen varios métodos sensoriales que evalúan la percepción de los atributos a lo largo del tiempo.

Marca todo lo que Corresponda en el Tiempo (T-CATA por sus siglas en inglés) es una extensión de la metodología cuestionario CATA ha sido recientemente introducido como un método para la caracterización sensorial de los atributos de un producto a lo largo del tiempo y fue desarrollada con el objetivo de dar una descripción completa de las características sensoriales dinámicas de muestras después del consumo (Ares, et al, 2015, Jaeger, et al, 2017).

Los evaluadores seleccionan todos los términos que ellos consideran mejores para describir las sensaciones que perciben en cada momento de la evaluación. T-CATA es un método que se aplica en productos de variación compleja usando consumidores y panelistas entrenados como evaluadores. En una variante original, también se les pedía que anularan la selección de los términos cuando ya no eran aplicables.

Uno de los pasos más importantes en esta metodología, es la selección de atributos los cuales deben permitir una descripción detallada del perfil dinámico de las muestras. Los métodos temporales usualmente dependen de una lista corta de atributos ya que son más exigentes cognitivamente, debido a que los evaluadores deben tener un enfoque continuo

en su atención en las características sensoriales de las muestras durante el periodo de la evaluación (Pineau, et al, 2012).

Los resultados confirman que T-CATA es sustentable para medir las características sensoriales temporales de los productos, habilitando la identificación de varias características sensoriales que son recurrentemente percibidas en los productos, además de dar una descripción detallada en la dinámica de las características sensoriales (Ares, et al, 2015).

Las metodologías TDS y T-CATA se basan en listas predeterminadas de atributos, que se utilizan para indicar cómo las propiedades sensoriales de una muestra cambian con el tiempo. Los datos de ambos métodos se pueden presentar de forma conveniente como curvas suavizadas para cada muestra que proporcionan una idea de cómo evolucionan las sensaciones sensoriales percibidas.

Cuando los jueces completan una evaluación de TDS, se les pide que seleccionen, de la lista de atributos, el único atributo que se percibe como dominante en cada momento de la evaluación; es por ello que otras características sensoriales que se perciben simultáneamente mientras se consume el producto no son registradas. Mientras que con T-CATA se permite la evaluación de más de un atributo en cada momento de la evaluación; este método puede proporcionar una descripción más completa de cómo cambian las características sensoriales de una muestra (Ares, et al, 2015).

Hasta ahora, algunos documentos han demostrado que TDS y T-CATA proporcionan información de muestra comparable; mientras que en otros sugirieron que T-CATA y sus variantes podían mejorar la discriminación y la entrega de una descripción más detallada. La diferencia podría ser el resultado de los diferentes productos evaluados o la falta de criterios específicos para la comparación entre los métodos (Nguyen, et al, 2018).

## **5.5 Análisis de Componentes Principales**

El Análisis de Componentes Principales (PCA por sus siglas en inglés) es una técnica descriptiva que permite estudiar las relaciones que existen entre las variables cuantitativas,

sin considerar a priori, ninguna estructura, ni de variables, ni de individuos (Villarroel, et al, 2003).

El PCA parte de una matriz  $Y$ , de dimensiones  $n \times p$ , donde  $p$  corresponde al número de variables observadas en  $n$  individuos. La matriz  $Y$ , debe ser estandarizada de manera a obtener promedios nulos y varianzas unitarias por variable (Villarroel, et al, 2003). Este tipo de análisis se realiza sobre la matriz de varianza-covarianza de las variables, sin embargo, en este tipo de matriz tiene como restricción que todas las variables deben estar medidas en las mismas unidades o por lo menos en unidades comparables (Johnson, 2000).

El PCA es el método más ampliamente utilizado como herramienta estadística multivariante en el análisis sensorial. Si se aplica a los estudios de consumidores, los datos de entrada consisten en una muestra (filas) por los consumidores (columnas) de la matriz, y el resultado se conoce como asignación de preferencia interna. Cuando se aplica a análisis descriptivo, los datos de entrada es una muestra (filas) por descriptor (columnas) de la matriz, normalmente construido a partir de los valores medios correspondientes a los evaluadores (Borgognone, et al, 2001).

## **5.6 Evaluación Sensorial de Helado**

Fritz, et al, (1989) describieron los defectos de los helados y sus causas. A continuación, se enlistan los defectos de los helados y sus posibles causas:

### **Defectos de Sabor**

- **Sabor a cocido**

La leche utilizada tenía ya sabor a cocido; se empleó demasiada leche en polvo o bien leche en polvo con sabor a cocido; mezcla pasteurizada a temperatura demasiado alta o durante un tiempo excesivamente prolongado.

- **Sabor metálico**

Desde ligeramente metálico, para ir aumentando en intensidad a pastoso, aceitoso, oxidado (rancio); en todos estos casos, la leche utilizada tenía ya sabor metálico; la mezcla o el helado resultaron contaminados por la presencia de metales inadecuados en conducciones, recipientes o utensilios. La contaminación suele producirse antes del almacenamiento, si bien los defectos se desarrollan en el transcurso de éste.

- **Sabor amargo**

Empleo de leche o de sus derivados guardados durante demasiado tiempo a la temperatura de refrigeración (proteólisis microbiana)

- **Sabor agrio o fermentado**

Utilización de frutas especialmente fermentadas; pulpa y jugos de fruta infestados con levaduras o con sabor a éstas (fermentado: proceso de producción sucio y contaminado por levaduras).

- **Sabor rancio**

Hidrólisis de la grasa láctea por la enzima lipasa, cuando no se pasteurizó con el debido cuidado o si el tiempo de depósito es demasiado largo y descuidado (contaminación con microorganismos lipolíticos).

## **Defectos de la consistencia**

- **Áspera, granulosa**

Defectos originados por cristales de hielo suficientemente grandes como para percibirse en la lengua. Muy escaso extracto seco total, estabilizador inadecuado; burbujas de aire demasiado grandes en el helado; endurecimiento demasiado lento o reblandecimiento producido antes de endurecerse el helado; manipulación impropia durante el transporte y almacenamiento, resultando especialmente perjudiciales las oscilaciones muy acusadas de temperatura.

- **Cristalina o glaseada**

Los trozos de hielo presentes en los helados cambio de gotas de agua que ingresaron en el producto.

- **Desmenuzable**

El helado no se mantiene entero y además muestra estructura áspera. Adición demasiado escasa de estabilizante, estabilización insuficiente como sucede al emplear estabilizantes vegetales menos indicados; homogenización insuficiente.

- **Grumosa**

Caracterizada por la presencia de grandes burbujas de aire, lo que provoca la textura abierta semejante al punto de nieve; aporte excesivo de aire.

- **Húmeda**

El helado es ordinariamente denso. Este defecto se presenta más bien en helados con un elevado contenido de extracto seco desengrasado, azúcar o estabilizante en exceso.

- **Viscosa, gomosa**

El helado no se funde si no es con dificultad, aparece muy pegajoso. Contenido demasiado alto de extracto seco; empleo de estabilizadores inadecuados, demasiada cantidad de estabilizante.

- **Mantecosa**

Contenido de grasa demasiado alto; homogenización insuficiente; introducción de la mezcla a temperatura excesivamente alta en el congelador; enfriamiento demasiado lento en el congelador.

- **Arenosa**

Cristalización de la lactosa durante el almacenamiento en congelación. El carácter arenoso lo ve el consumidor de manera muy negativa, el helado resulta casi imposible de consumir a diferencia de lo que sucede con los cristales de hielo, los de lactosa no se funden en la boca. Contenido demasiado alto de extracto seco lácteo desengrasado, temperatura de almacenamiento alta.

### **Defectos de Aspecto**

- **Coloración oscura o clara**

Desecación de la superficie del helado. Sucede en periodos de almacenamiento prolongados en congelación.

- **Curtido**

Desecación intensa, la superficie se torna entre correosa y curtida. Temperaturas de almacenamiento inadecuadas.

- **Encogido**

Confluyen en el helado burbujas de aire finamente distribuidas, por último, se desprende aire y el volumen disminuye. Desestabilización de la proteína láctea por sobrecalentamiento; congelación intensa; material de embalaje poroso, almacenamiento insuficiente con temperaturas altas o fluctuantes.

- **Pintas blancas**

Manchas blancas por cristalización de azúcar en la superficie del helado. Almacenamiento demasiado prolongado o deficiente, particularmente con temperaturas variables o demasiado elevadas, estabilizantes inadecuados o no añadidos correctamente, cantidad de azúcar alta.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Obtención de las muestras.

Las muestras utilizadas en este estudio experimental fueron muestras comerciales, obtenidas de diferentes tiendas de autoservicio de la Ciudad de México y muestras elaboradas en condiciones controladas en el laboratorio de Evaluación Sensorial de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Estas muestras se utilizaron como referencias para el entrenamiento del grupo de jueces y el desarrollo de las pruebas sensoriales posteriores.

Las muestras referidas se clasificaron como; muestras con composición habitual y reducidas en carga calórica. Tanto para las comerciales como para las experimentales (tabla 2) se muestran los productos que se usaron a lo largo del proyecto, así como su composición y lugar de compra, en el caso de las muestras comerciales.

Tabla 2. Información de las muestras utilizadas en el proyecto

Clasificación	Marca	Composición declarada en la etiqueta	Presentación	Lugar de adquisición
Helado Completo	Nestlé	Sólidos de leche, azúcar, leche descremada, jarabe de glucosa, grasa vegetal (6.9%), gomas, emulsificantes, saborizantes y colorantes.	1 L	Comercial Mexicana
	Holanda	Agua, leche descremada, azúcares, grasa vegetal (6.9%), sólidos de leche, emulsificantes, saborizantes y colorantes.	1 L	Comercial Mexicana
	Precissimo	Agua, azúcar, grasa vegetal (6.8%), sólidos de leche, emulsificantes, gomas, saborizantes y colorantes.	1 L	Comercial Mexicana
	Valley Foods	Leche fluida entera, crema de leche, azúcar, agua, sólidos de leche, jarabe de maíz, emulsificantes, espesantes, saborizantes y colorantes.	1.89 L	Comercial Mexicana
	Häagen-Dazs	Crema de leche, leche descremada, azúcar, yema de huevo, saborizantes, grasa de leche (17%).	1L	Walmart
	La Michoacana	No identificado	1 L	Sucursal Centro Comercial Polanco. Blvd. Miguel de Cervantes Saavedra 397 Col. Irrigación.
	Santa Clara	No identificado	1 L	Sucursal, Centro Coyoacán.
	Control Normal	Agua, azúcar, grasa butírica, proteína de leche, suero de leche, grasa vegetal, estabilizantes, emulsificantes,	1 L	Prototipo UAM

Sin gluten, deslactosado	Deslice cream	Agua, leche descremada (1.1%), lactasa, azúcar. Grasa vegetal (11.4%), sólido de leche, emulsificantes, estabilizantes, saborizantes, colorantes y conservadores.	1 L	Chedraui
Sin azúcar, sin gluten con probióticos	Vital´ice	Agua, leche entera, jarabe de agave orgánico (fibra dietética soluble), crema en polvo, edulcorantes, estabilizantes, saborizantes y lactobacilos microencapsulados.	1 L	City Market
Reducido en grasa.	Prototipo LF	Agua, azúcar, proteína de leche, grasa butírica, suero leche, grasa vegetal, fructanos de agave, emulsificantes, estabilizantes.	1 L	Prototipo UAM
Reducido en grasa y azúcar	Prototipo LFS	Agua, azúcar, proteína de leche, grasa butírica, suero leche, grasa vegetal, fructanos de agave, emulsificantes, estabilizantes.	1L	Prototipo UAM
Reducido en grasa y azúcar	Control reducido LFS	Agua, azúcar, proteína de leche, grasa butírica, suero leche, grasa vegetal, emulsificantes, estabilizantes.	1 L	Prototipo UAM

## 6.2 Evaluación Sensorial

### 6.2.1 Etapa de Selección

Se realizó la convocatoria para formar a un grupo de jueces entrenados que realizarían las pruebas sensoriales a lo largo del proyecto. Dentro de todos los interesados que acudieron se seleccionaron aquellos que presentaron una mejor evaluación con los siguientes resultados:

- Aquellas que tuvieron una capacidad de umbral en gustos básicos menor o igual para gusto Dulce 0.46 (g/100g), Salado 0.069(g/100g), Amargo 0.021(g/100g), Ácido 0.015(g/100g), Umami 0.084(g/100g), esto significa que los jueces requieren esta cantidad de sacarosa, cloruro de sodio, cafeína, ácido cítrico y glutamato monosódico, respectivamente, para identificar el gusto.
- Tener una alta capacidad para describir el olor, sabor y textura de los alimentos.
- Tener buena memoria olfativa.
- Identificar más del 50% de los olores en una batería de 4 olores.

Las pruebas que se aplicaron fueron:

- Cuestionario de Salud y hábitos alimenticios.
- Prueba Umbral de gustos básicos
- Prueba de identificación y reconocimiento de olores.
- Prueba discriminativa de olor
- Prueba de memoria de olor
- Prueba de umbral de olor
- Pruebas discriminativas de sabor (prueba triangular)

Se seleccionaron 22 jueces para realizar este proyecto de los cuales 16 fueron mujeres y 6 hombres de entre 20 a 46 años de edad. A los jueces se les asignó un número aleatorio el cual utilizaron como número de juez para identificarse durante todas las evaluaciones. Los nombres de los jueces se enlistan a continuación:

- Albarrán Cortés Mayra
- Andrade Sánchez Yacenicis
- Arredondo Herrera Alejandro
- Carillo Huesca Abigail
- Domínguez López Alejandra
- Duarte Cerda Elizabeth
- Espinos Ibarra Mónica
- Fitz González Braulio
- Hernández León María de Jesús
- Hernández Morales Emilia
- Lara Verjan Rut Elisabet
- Martínez Álvarez Brenda
- Monroy Tovar Carolina
- Montes Gutiérrez Sofia
- Pavón Miranda Aldo
- Pérez Daniel Betsy
- Pérez Portillo Edgar
- Ramblas Barajas Ma. Cecilia
- Rioja Barragán Corina

- Strauss Uribe Estefanía
- Verduzco Tornel Marco
- Villavicencio Castillo Edgar

### 6.3 Entrenamiento de helados para el perfil Convencional

Para el entrenamiento de esta metodología se hicieron diferentes pruebas en varias sesiones. Todas las muestras utilizadas fueron seleccionadas de un estudio previo de mercado, para los objetivos del proyecto se seleccionaron muestras con composición habitual en grasa y azúcar y muestras reducidas en grasa y en azúcar.

#### 6.3.1 Generación de descriptores

Los primeros helados (Tabla 3) que se evaluaron para la generación de descriptores se dividen en dos tipos:

- Muestras Experimentales: se utilizaron a lo largo de todo el experimento, pero fueron necesarias en esta parte del proyecto para cubrir todos los atributos que pudieran presentarse.
- Muestras Comerciales: son muestras obtenidas de diferentes tiendas de autoservicio que contribuyeron a la generación de descriptores, referencia de atributos.

Tabla 3. Muestras utilizadas para la generación de descriptores

<b>Muestra Comercial (Marca)</b>	<b>Muestra Experimental</b>
Holanda	Prototipo LFS
Santa Clara	Control Normal
Vital'ice	
Häagen-Dazz	
La Michoacana	

## Preparación de las muestras

Las muestras de helado de vainilla se prepararon sirviendo en vasos de plástico del no. 0 media cucharada sopera de cada helado, las muestras se taparon y se almacenaron en congelación a  $-8^{\circ}\text{C}$  hasta la hora de su evaluación. Las muestras se presentaron una por una a los jueces. La evaluación del helado de vainilla se realizó bajo condiciones de luz blanca en mamparas blancas, sobre éstas se colocaba la muestra, un vaso de agua purificada, una servilleta y una galleta sin sal. Para la recolección de los datos se usaron mini Laptops las cuales ya tenían cargados los cuestionarios realizados con el programa FIZZ®.

Para la evaluación de las muestras experimentales fue necesario preparar la base con colorante amarillo y vainillina ya que estas debían ser comparables con las muestras comerciales. Para ello se hicieron diferentes pruebas en la concentración de estas dos variables. La preparación de las bases se muestra en la tabla 4.

A partir de 10g de base se les añadió la siguiente cantidad de disolución.

Tabla 4. Concentraciones de colorante y vainillina para las bases de helado.

<b>Colorante</b>	Dilución al 3 % en agua.	Tomar de esta mezcla 0.15 mL y adicional a la base.
<b>Vainillina</b>	Dilución al 0.3 % en leche entera.	Tomar 1 mL de esta mezcla y adicionar a la base.

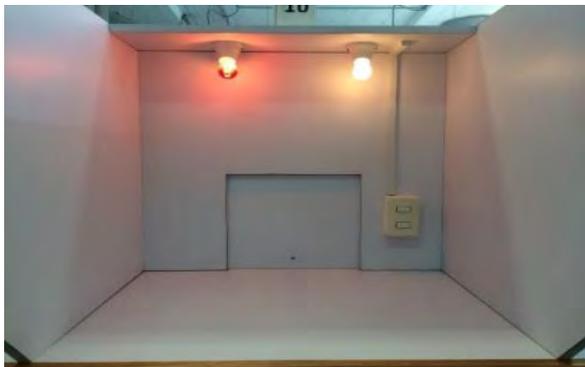


Figura 2. Mamparas utilizadas para la evaluación.



Figura 3. Terminales para las evaluaciones.

### 6.3.2 Selección de descriptores

Una vez generados los descriptores del helado de vainilla para cada uno de los grupos sensoriales en apariencia, olor, textura, sabor y resabio, se cuantificaron los resultados obtenidos con base en diferentes criterios: número de veces que se mencionó, especificidad para describir las muestras, homogeneización de sinónimos, concordancia de atributos con las muestras. Por ejemplo, olor y sabor a mango, etc. Ya filtrados los descriptores se realizaron diferentes sesiones de discusión con los jueces en las cuales se acortó aún más la lista ya que en un inicio se obtuvieron 42 descriptores, en estas sesiones grupales se llegó a un acuerdo de eliminar algunos atributos que no eran significativos para describir las muestras de helado sabor vainilla. Así mismo se hicieron las aclaraciones correspondientes a la definición de cada atributo y su forma de medición

Entre los 5 grupos sensoriales se generaron un total de 30 descriptores con los cuales se realizó el cuestionario en el programa FIZZ® para la prueba posterior de donde se evaluó la presencia de los atributos.

Todos los cuestionarios desde esta etapa hasta el final del proyecto se realizaron utilizando el software Fizz® adquisición y los resultados fueron analizados con Fizz® Calculations.

### 6.3.3 Verificación de los Atributos definidos

Estas sesiones se llevaron a cabo debido a la discusión previa como comprobación de descriptores. Se evaluaron cuatro muestras de helado de vainilla más y las muestras prototipo en 4 sesiones diferentes (Tabla 5). En las dos primeras sesiones se evaluaron por separado dos muestras comerciales.

Tabla 5. Muestras utilizadas para la verificación de atributos.

<b>Sesión</b>	<b>Muestra (s)</b>	
1	Nestlé	Vital´ice
2	Deslice Cream	Valley Foods
3	Prototipo LFS	
4	Control Normal	

En esa sesión se les pidió a los jueces evaluar la presencia o ausencia de todos los descriptores definidos en la prueba anterior. Se utilizó una escala estructurada de 7 puntos (figura 4), donde 0 no estaba presente el atributo, 4 estaba presente el atributo y 7 estaba presente el atributo con mucha intensidad.



Figura 4. Representación de la escala para la verificación de atributos.

Una vez recabados los resultados y tomando el promedio de todos los jueces que evaluaron las muestras se descartaron algunos atributos que presentaron un promedio muy bajo, es decir, no eran significativos en la evaluación, teniendo al final un total de 24 descriptores generados.

### 6.3.4 Entrenamiento en escalas

Como parte del entrenamiento en el uso de escalas se realizaron sesiones para evaluar la intensidad en que estaban presentes los descriptores, ya definidos anteriormente, de unas muestras de helado de vainilla comerciales y experimentales (Tabla 6).

Tabla 6. Muestras evaluadas para el entrenamiento en escalas.

Sesión	Muestra	Sesión	Muestra
1	Precissimo (Comercial)	2	Valley Foods (Comercial)
1	Prototipo LFS (Experimental)	2	Control Normal (Experimental)

El cuestionario para esta prueba fue presentado en electrónico con una escala estructura de 9 puntos (Figura 5) en donde 1 era la intensidad más baja, 5 intensidad intermedia y 9 como la intensidad más alta. Esta escala fue usada durante toda la metodología ADC.



Figura 5. Representación de la escala utilizada para la evaluación de los atributos

Los cuestionarios que se aplicaron incluyeron los 24 descriptores finales. Para la evaluación de las muestras de helado se les pidió a los jueces que evaluaran cada atributo marcando la intensidad que percibían de acuerdo con la escala presentada.

**En esta primera etapa los resultados sirvieron para identificar los atributos que presentan mayor dispersión entre las puntuaciones de los jueces y definir que atributos requerían el uso de estándares para su anclaje.**

### 6.3.5 Entrenamiento con Estándares

Una vez hechas las evaluaciones sin estándares, se detectó que los Coeficientes de Variación eran muy altos para cada atributo en las muestras evaluadas; por lo que se decidió hacer un entrenamiento con estándares para que los jueces tuvieran de manera más clara las intensidades de cada atributo y para homogenizar la evaluación de todo el grupo.

Se hizo un análisis de los 24 atributos anteriores encontrándose que solo 20 atributos, de los generados en la primera parte, permitían discriminar entre las muestras. A esta lista de atributos se agregaron otros 3 que ayudaron con la descripción completa de todas las muestras. Teniendo al final un total de 23 atributos para continuar con las evaluaciones en la metodología descriptiva; estos atributos se dividieron en aspecto, sabor, olor, textura y resabio.

Para esta parte del entrenamiento se utilizaron 3 estándares para cada atributo, los cuales representaban un nivel bajo, medio y alto en la escala estructurada de 9 puntos, en la tabla 7 se muestran los estándares utilizados. Además de darles las muestras, se le dio a cada juez un cuestionario que contenía el atributo evaluado, su definición, la manera de medirlo, la escala y un espacio en blanco en el que pudieran hacer anotaciones que les permitieran recordar el anclaje de las escalas (Anexo).

Debido a la gran cantidad de atributos, el entrenamiento se dividió en 4 sesiones y se evaluaron 5 atributos por sesión.

Tabla 7. Estándares presentados por sesión.

Característica	Sesión	Atributo	Estándar		
			Bajo	Medio	Alto
Textura	1	Dureza	Vital'ice	Precissimo	C. Normal
		Viscosidad	Vital'ice	Holanda	Michoacana
		Cremosidad	Vital'ice	Nestlé	Michoacana
		Cristales	Michoacana	Valley Foods	C. Normal
		Arenosidad	Michoacana	Nestlé	C. Normal
Textura	2	Gomosidad	Vital'ice	Deslice	C. Normal
		Rapidez para fundirse	Prot. LFS	Häagen-Dazs	Santa Clara
		Sensación grasa	Precissimo	Santa Clara	Michoacana
Aspecto		Color	Prot. LFS	Nestlé	Michoacana
		Brillo	Prot. LFS	Häagen-Dazs	Valley Foods
Aspecto	3	Presencia de cristales	Vital'ice	Precissimo	Prot. LFS
		Porosidad	C. Normal	Valley Foods	Deslice
		Homogeneidad	C. Normal	Holanda	Michoacana
Olor		Vainilla	Prot. LFS	Nestlé	Estándar dil.
		Caramelo	Häagen-Dazs	Nestlé	Valley Foods
Sabor	4	Vainilla	Santa Clara	Valley Foods	Nestlé
		Dulce	Prot. LFS	Häagen-Dazs	Michoacana
		Leche	Michoacana	Santa Clara	Prot. LFS
		Caramelo		Nestlé	Valley Foods
		Resabio	Artificial		Valley Foods

Realizadas las sesiones de evaluación de los estándares la siguiente etapa del entrenamiento fue la verificación de la calibración para revisar que no hubiera diferencia entre los jueces, para ello, se hizo la evaluación de 2 muestras comerciales diferenciadas entre sí con el apoyo de los estándares para continuar con el entrenamiento en el uso de escalas

Para la primera sesión se evaluaron todos los atributos de aspecto y textura junto con sus respectivos estándares. En la segunda sesión se evaluaron todos los atributos de olor, sabor y resabio y de la misma manera junto con sus estándares para cada uno.

Para comprobar el entrenamiento con estándares, el avance en la calibración y para observar la dispersión de los resultados se continuó con el entrenamiento evaluando 3 muestras comerciales. Estas muestras se evaluaron ya sin el apoyo de los estándares, únicamente con las hojas con la definición y modo de evaluación de los atributos.

Los resultados de esta evaluación, en algunos atributos tuvieron coeficiente de variación mayores 40%, por lo que se decidió dar nuevamente los estándares de todos los atributos, explicándole a cada juez de manera individual la manera de medirlos, así como un pequeño análisis de los atributos que más dispersión presentaban.

Nuevamente las sesiones se dividieron por característica sensorial, primero se presentaron los atributos de textura y aspecto y en la segunda sesión los atributos de olor, sabor y resabio. Una vez realizadas las sesiones se llevó a cabo el análisis estadístico de los datos para comprobar si con la explicación individual era suficiente para la calibración del grupo o se requería de un entrenamiento más exhaustivo.

Los mismos días que se evaluaron los estándares se hizo la evaluación de dos muestras comerciales con la escala estructurada de 9 puntos, esta prueba sirvió como verificación de la calibración.

#### **6.4 Evaluación de la Metodología Descriptiva**

Realizado el entrenamiento con estándares y comprobando que el CV de los atributos era menor a 40% se consideró que los resultados arrojados por el grupo de jueces tenían confiabilidad para hacer los perfiles convencionales.

Se realizaron los perfiles de las 9 muestras comerciales y los 4 prototipos experimentales con el fin de caracterizar el perfil sensorial de cada una y conocer cuáles era los atributos que resaltaban tanto de manera individual para cada muestra, como en conjunto para todas.

Para todas las sesiones se les dio a los jueces sus hojas de definición y evaluación de atributos que se generó en el entrenamiento con estándares, como apoyo en la evaluación de las intensidades.

Se repitieron los perfiles de las muestras que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los jueces por cada atributo en las sesiones posteriores. Se hizo tantas veces como fue necesario hasta que ninguna de las 13 muestras presentara diferencias. Las últimas dos muestras que seguían presentando diferencias se repitieron, pero únicamente los atributos diferentes.

### **6.5 Entrenamiento en la metodología TDS**

Esta metodología se realizó una vez terminados los perfiles convencionales. Su objetivo fue cuantificar el atributo que predomina en cierto tiempo de la evaluación. Para realizar esta prueba se seleccionaron aquellos atributos que marcaron diferencias significativas entre todas las muestras con la metodología Descriptiva; además de aquellos que son significativos de evaluar con respecto al tiempo. Los atributos que se evaluaron se presentan en la tabla 8. Esta prueba se realizó para todas las muestras, las 9 comerciales y los 4 prototipos.

Tabla 8. Atributos que se utilizaron para las evaluaciones de TDS

<b>Grupo</b>	<b>Atributo</b>	<b>Evaluación para TDS</b>
Apariencia	Presencia de cristales	
Textura	Dureza	✓
Textura	Cristales	✓
Textura	Arenosidad	✓
Textura	Rapidez para fundirse	✓
Textura	Sensación grasa	✓
Textura	Espumoso	✓

Textura	Denso	✓
Sabor	Vainilla	✓
Sabor	Dulce	✓
Resabio	Artificial	✓

Los atributos evaluados para esta prueba fueron los siguientes, para textura se evaluaron dureza, cristales, arenosidad, rapidez para fundirse, sensación grasa, espumoso y denso; para sabor los atributos de sabor vainilla y dulce y por último resabio artificial. Siendo un total de 10 atributos evaluados.

Antes de las sesiones de evaluación se realizó una prueba para determinar el tiempo de consumo de las muestras. Este tiempo comienza desde el instante en que el juez pone la cuchara con la muestra en su boca y termina hasta que no se percibe ninguna sensación. Con esta prueba se encontró que el tiempo de consumo para todas las muestras fue de 8 minutos. El cuestionario se muestra en el anexo 2. La prueba se realizó presentando un cronómetro de 8 minutos por pantalla, el cuestionario se dividió en dos partes; en la primera se presentaron los atributos de sabor y resabio y en la segunda, con un cronómetro nuevo, se presentaron los atributos de textura.

El procedimiento para evaluar las muestras con esta metodología fue el siguiente:

1. Tomar suficiente muestra con la cuchara y dar click en el botón de *start* en la pantalla. Seleccionar el atributo predominante y dar un valor en intensidad en una escala estructurada en cada momento de la evaluación; se les hizo hincapié en marcar también los cambios de intensidad del atributo predominante (en caso de que se repitiera el mismo) tanto en aumento como en disminución.
2. Dar click en el botón de *stop* en el momento que no sintieran ninguna sensación.
3. Entre cada subgrupo de la evaluación había un tiempo de 2 minutos, en los cuales los jueces debían limpiarse el paladar con abundante agua y una galleta sin sal.
4. Evaluar las siguientes muestras utilizando el mismo procedimiento.

## 6.6 Evaluación de la metodología T-CATA

Terminada la evaluación con la metodología TDS se continuó con la última prueba del proyecto: la prueba de T-CATA.

Antes de realizar las sesiones con los jueces entrenados se hizo una prueba para definir las variables de la prueba y el diseño del cuestionario en FIZZ. Se utilizaron los mismos 10 atributos que para la metodología TDS: sabor vainilla, sabor dulce, resabio artificial, dureza, cristales, arenosidad, rapidez para fundirse, sensación grasa, espumoso y denso.

Los 10 atributos se presentaron en una sola pantalla en el cuestionario, esto con el objetivo de que pudieran tener presentes todos los atributos al mismo tiempo y detectar los atributos que se presentaban a lo largo del tiempo de consumo (Anexo 4). Se les explicó que podían marcar más de 1 atributo por tiempo, a diferencia de la prueba de TDS, y que podían repetirse durante toda la evaluación.

El tiempo establecido para llevar a cabo toda la evaluación fue de 5 minutos para cada muestra, sin embargo, los panelistas podían parar el cronometro en el momento que ya no percibieran los atributos mostrados.

El procedimiento para la evaluación de la muestra fue el siguiente:

1. Tomar con la cuchara suficiente muestra y dar *click* en el botón de *start* de la pantalla en el momento que metieran la cuchara a la boca. Marcar todos los atributos que percibieran cada 20 segundos de la evaluación.
2. Dar *click* en el botón de *stop* de la pantalla cuando ya no percibieran ningún atributo.
3. Esperar 2 minutos enjuagándose muy bien el paladar con abundante agua y una galleta salada entre cada muestra.
4. Repetir el procedimiento para cada muestra evaluada.

Esta prueba se realizó para las 9 muestras comerciales y los 4 prototipos.

## 6.7 Análisis Estadístico

Para diseñar los cuestionarios se utilizó el software FIZZ Adquisicion, 2.51 y para hacer el análisis de todos los resultados obtenidos el software FIZZ Calculations, 2.50 (Biosystemes 2007, Couternon, Francia).

En la metodología Perfil Descriptivo Convencional, para determinar si existía diferencia significativa entre los atributos evaluados o entre las dispersiones de los jueces se realizó un Análisis de Varianza a dos vías (ANOVA) con un nivel de significancia de 95%. Para complementar el análisis se midieron las desviaciones estándar y los coeficientes de variación de todos los atributos para cada evaluación, los cuales, fueron inferiores al 40% para indicar un buen resultado.

Además, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) el cual se utilizó para medir las interrelaciones de las muestras entre los atributos evaluados. Se generaron también los gráficos de araña, los cuales describen la diferencia de las intensidades entre las muestras.

Para la metodología TDS el análisis estadístico se hizo utilizando el software FIZZ Calculations, el cual arrojó las curvas de nivel de dominio vs el tiempo para cada muestra. Las curvas presentaron el nivel de significancia y el nivel de proporción como criterios estadísticos para conocer los atributos que marcaron diferencias significativas.

Del mismo modo para T-CATA se realizaron las curvas de proporción de citas vs el tiempo y se realizó un análisis de diferencia; el cual mostró únicamente los atributos diferenciados.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Evaluación Sensorial

#### 7.1.1 Etapa de Selección

El número de participantes que acudieron para la selección fue de 62, de los cuales 40 eran mujeres y 22 eran hombres. La selección de los jueces se basó en los resultados de las pruebas que se explicaron en la sección de metodología.

### 7.2 Entrenamiento de Helados para el perfil Convencional

Los resultados en esta etapa del proyecto se desarrollaron en diferentes fases.

#### 7.2.1 Generación de Descriptores

Los descriptores que se generaron por los 22 jueces para las 5 muestras comerciales se muestran a continuación enlistados de mayor a menor frecuencia de mención:

- **Apariencia.** Se generaron 11. Color, dureza, cremosidad, grumosidad, presencia de cristales, brillo, porosidad, homogeneidad, espuma, viscosidad, arenosidad.
- **Olor.** Se generaron 20 atributos. Vainilla, leche, dulce, flan, lácteo, rompopo, mantequilla, caramelo, artificial, crema, mango, grasa, azúcar, galleta, frutal, licor, fermentado, plástico, nuez, refrigerador.
- **Textura.** Se generaron 14 atributos. Cremosidad, dureza, derretimiento, viscosidad, cohesividad, frío, grasa, grumosidad, elasticidad, arenosidad, homogeneidad, adhesividad, cristales y espuma.
- **Sabor.** Se generaron 25 atributos. Vainilla, dulce, leche, flan, caramelo, rompopo, amargo, huevo, lácteo, azúcar, mantequilla, leche cocida, artificial, crema, pasas, salado, mango, tostado, ácido, leche quemada, harina, plástico, cajeta, refrigerador, metálico.
- **Resabio.** Se generaron 15 atributos. Dulce, vainilla, grasa, amargo, astringente, leche, salado, crema, metálico, artificial, caramelo, pintura, plástico, pungente y cajeta.

## 7.2.2 Selección de Descriptores

Una vez generados y contabilizados todos los descriptores hubo un total de 85 atributos. Se tuvieron sesiones grupales para discutir los atributos que eran relevantes, eliminar los que no tenían relación con las muestras, por ejemplo, olor y sabor a mango, nuez, plástico, licor, pasas. Así como la homologación de términos que se referían a un mismo atributo como; sabor caramelo que engloba flan y rompopo, olor vainilla que engloba dulce, azúcar y galleta, entre otros. Así mismo se llegó a un acuerdo de términos que representaban la misma cualidad especialmente en el grupo de textura como sensación grasa que estaba relacionada con la adhesividad, cremosidad relacionada con el espesor de la muestra.

Para los atributos de apariencia se observó que algunas sensaciones eran mejor percibidas cuando la muestra está en la boca que solo de manera visual, es por ello, que términos como dureza y cremosidad se evalúan únicamente en la sección de textura.

En la sección de resabios se hizo la aclaración grupal definiendo resabio, como aquel sabor que NO es propio de la muestra, que perdura en el paladar después de la deglución y se percibe de manera desagradable. Con esta definición se eliminaron 10 de estos atributos generados, con los cuales se conservaron 5 de los que se verifico su presencia.

Con este primer filtro se llegó a un consenso con todos los jueces seleccionándose 30 atributos (Tabla 10) de los cuales algunos aún estaban en proceso de verificación para saber si estaban presentes en muestras nuevas.

Tabla 10. Atributos seleccionados en la primera sesión de discusión

<b>Apariencia</b>	<b>Olor</b>	<b>Textura</b>	<b>Sabor</b>	<b>Resabio</b>
Color	Vainilla	Dureza	Vainilla	Amargo*
Brillo	Leche	Viscosidad	Dulce	Astringente*
Presencia de Cristales	Crema	Cremosidad	Leche	Metálico*
Porosidad*	Caramelo	Cristales	Caramelo	Artificial*
Homogeneidad	Rompopo	Rapidez para fundirse	Mantequilla*	Plástico*
	Humedad*	Sensación grasa	Crema*	
			Salado*	
			Huevo*	

\*Atributos que estaban pendientes a revisión.

### 7.2.3 Verificación de los atributos definidos

Con esta primera lista de atributos establecidos, se evaluaron 4 muestras comerciales diferentes a las anteriores y se incluyeron las dos muestras prototipo, esto con el fin de abarcar todos los descriptores que pudieran generar estas nuevas muestras, es decir, adicionar algunos que no se hayan incluido; además de la escala ya presentada en la figura 1, se anexó una pregunta al final la cuál de manera abierta se les pedía a los jueces anotaran si percibían algún descriptor adicional de los que conformaban la lista.

Los promedios obtenidos para las muestras comerciales evaluadas en esta etapa se presentan en las tablas 11, 12, 13, 14 y 15 para cada uno de los grupos sensoriales.

Tabla 11. Promedio presentado para los atributos de Aspecto

	<b>Color</b>	<b>Brillo</b>	<b>Cristales</b>	<b>Porosidad</b>	<b>Homogeneidad</b>
Nestlé	4.7	2.7	1.8	2.4	5.8
Vital´ice	1.9	1.2	3.6	3.0	4.8
Valley Foods	6.05	3.02	2.7	3.1	4.9
Deslice cream	1.3	1.9	2.5	2.9	5.3

Tabla 12. Promedio presentado para los atributos de Olor

	<b>Vainilla</b>	<b>Leche</b>	<b>Crema</b>	<b>Caramelo</b>	<b>Rompopo</b>	<b>Humedad</b>
Nestlé	5.4	3.9	3.08	3.2	2.5	1.2
Vital´ice	3.6	2.8	2.0	2.2	1.5	1.07
Valley Foods	3.9	3.4	2.6	3.02	2.2	0.9
Deslice cream	3.9	3.3	2.5	2.6	1.9	1.2

Tabla 13. Promedio presentado para los atributos de Textura

	<b>Dureza</b>	<b>Viscosidad</b>	<b>Cremosidad</b>	<b>Cristales</b>	<b>Rapidez para fundirse</b>	<b>Sensación grasa</b>
Nestlé	1.2	2.3	4.6	1.15	5.6	2.4
Vital´ice	1.9	2.3	3.2	2.7	4.7	3.4
Valley Foods	2.5	1.5	3.8	2.6	4.02	2.7
Deslice cream	2.6	2.5	4.5	2.2	3.5	4.7

Tabla 14. Promedio presentado para los atributos de Sabor

	Vainilla	Dulce	Leche	Caramelo	Mantequilla	Crema	Salado	Huevo
Nestlé	5.3	5.07	4.0	3.6	1.5	2.3	0.3	0.2
Vital´ice	3.1	3.8	3.4	2.5	2.1	2.7	0.5	1.2
Valley Foods	3.5	4.7	3.6	3.5	1.4	2.6	0.6	0.6
Deslice cream	4.1	4.3	4.05	2.7	1.7	3.7	0.75	1.1

Tabla 15. Promedio presentado para los atributos de Resabio

	Amargo	Astringente	Metálico	Artificial	Plástico
Nestlé	0.13	0.16	0.15	0.8	0.35
Vital´ice	1.1	1.02	0.3	2.6	2.2
Valley Foods	0.7	0.5	0.3	1.5	0.72
Deslice cream	0.77	0.7	0.3	1.5	0.95

Con los resultados obtenidos se identificó que algunos descriptores, presentan una baja puntuación en el promedio por lo que no fueron significativos en la evaluación. Se tomó como criterio un promedio menor a 2 ya que esto significaba que no era tan significativa la intensidad de esos atributos pendientes a revisión y así pudieran ser descartados de la lista. Los atributos eliminados fueron olor a humedad, sabor salado, sabor huevo, sabor mantequilla. Para el caso de los resabios se observaron también bajas puntuaciones para amargo, astringente y metálico por ello no son significativos en la evaluación y se descartaron. El resabio artificial y plástico se homologó como un solo atributo de resabio artificial. Los nuevos descriptores generados por las muestras experimentales fueron para el grupo de textura: arenosidad y gomosidad. Después de estas sesiones se definió como lista provisional de atributos un total de 24 atributos mostrados en la tabla 16.

Tabla 16. Atributos presentes en todas las muestras.

Aspecto	Olor	Textura	Sabor	Resabio
Color	Vainilla	Dureza	Vainilla	Artificial
Brillo	Leche	Viscosidad	Dulce	
Presencia de cristales	Crema	Cremosidad	Leche	
Porosidad	Caramelo	Cristales	Caramelo	
Homogeneidad	Rompopo	Arenosidad	Crema	
		Gomosidad		
		Rapidez para fundirse		
		Sensación grasa		

Haciendo más revisiones de atributos se eliminaron algunos, ya que no representaban las características de todas las muestras, mientras que se incluyeron otros para una mejor descripción. Los atributos eliminados fueron: homogeneidad en aspecto, los olores leche, crema y rompopo y el sabor crema. Los atributos nuevos fueron para aspecto cremoso, para textura: espumoso y denso y para la categoría de sabor fue el gusto salado. Una vez establecidos estos atributos como lista final para la evaluación de la metodología QDA se definieron y se estableció la manera de medirlos. Esto se presenta en las tablas 17, 18, 19, 20 y 21.

Tabla 17. Definición de atributos para Aspecto.

<b>Atributos definidos para Aspecto</b>				
<b>Atributo seleccionado</b>	<b>Definición</b>	<b>Cómo medirlo</b>	<b>Escala</b>	
Color	Sensación producida por la estimulación de la retina por los rayos de luz de varias longitudes de onda.	De manera visual observando la intensidad del color que presenta la muestra en el vaso.	Blanco	Amarillo canario
Brillo	Describe la cantidad de luz que refleja la muestra.	Observando la muestra en el vaso.	Opaco	Brillante
Presencia de cristales	Partículas de hielo visibles propias del congelamiento de la muestra.	Observando al levantar el vaso a la altura de los ojos e inclinándolo 45°.	Pequeños	Grandes
Porosidad	Atributo geométrico en el que se observan pequeños agujeros en la muestra.	Observando la muestra en el vaso.	Poca	Mucha
Cremoso	La muestra es visualmente percibida por una textura suave sin ningún defecto y que se derrite uniformemente	De manera visual observando la superficie de la muestra	Poca	Mucha

Tabla 18. Definición de atributos para Olor

<b>Atributos definidos para Olor</b>				
<b>Atributo seleccionado</b>	<b>Definición</b>	<b>Cómo medirlo</b>	<b>Escala</b>	
Vainilla	Olor característico a la vainilla. Estándar de dulce.	Tomar con la cuchara la muestra y acercarla 3 cm de la nariz para olerla.	Poco intenso	Muy intenso
Caramelo	Nota a toffee, caramelo duro ligeramente tostado.		Poco intenso	Muy intenso

Tabla 19. Definición de atributos para Textura.

<b>Atributos definidos para Textura</b>				
<b>Atributo seleccionado</b>	<b>Definición</b>	<b>Cómo medirlo</b>	<b>Escala</b>	
Dureza	Fuerza requerida para penetrar la muestra con los dientes incisivos.	Morder la muestra con los dientes incisivos.	Suave	Duro
Viscosidad	Atributo relacionado con la resistencia a fluir. Corresponde a la fuerza requerida para aspirar un líquido desde una cuchara sobre la lengua o para extenderlo sobre una superficie	Tomar la muestra con la cuchara y medir la fuerza que se requiere para atraerla hacia la lengua.	Poca	Mucha
Creмосidad	Es la sensación aterciopelada que provoca la muestra en la boca	Al primer contacto del helado en la lengua y paladar	Poca	Mucha
Cristales	Presencia de partículas de agua congeladas que se perciben en la boca.	Evaluar la cantidad y tamaño de partículas semiduras que se perciben en la muestra.	Pequeños	Grandes
Arenosidad	Sensación relacionada con la presencia de partículas pequeñas.	Se perciben en la lengua y paladar como pequeños gránulos. Se percibe en la etapa previa a la deglución de la muestra.	Poca	Mucha
Gomosidad	Sensación de una gomita muy suave en la boca.	Se percibe con pequeños movimientos de la lengua contra el paladar para su desintegración	Poco	Mucha
Rapidez para fundirse	Velocidad de la muestra al fundirse en la boca con respecto al tiempo.	Tomar una pequeña cantidad de muestra, mantenerla en la boca y esperar a que toda se derrita.	Lento	Rápido
Sensación grasa	Cantidad de grasa que se percibe como una capa en toda la boca.	Se evalúa la sensación de capa de grasa que deja el helado después de ser deglutido	Poca	Mucha
Espumoso	Presencia de burbujas de aire	Se perciben inmediatamente de consumir la muestra. Es una sensación que se localiza entre la lengua y el paladar como pequeñas burbujas de aire	Poca	Mucha
Denso	Sensación que se percibe por la influencia de sólidos en la muestra	Es percibido al mover la muestra en la boca de un lado a otro	Poco	Mucha

Tabla 20. Definición de atributos para Sabor.

<b>Atributos definidos para Sabor</b>				
<b>Atributo seleccionado</b>	<b>Definición</b>	<b>Cómo medirlo</b>	<b>Escala</b>	
Vainilla	Sabor característico de la vainilla.	Tomar la muestra con la cuchara y probarla.	Poco intenso	Muy intenso
Dulce	Gusto básico característico de las soluciones acuosas con sacarosa.		Poco intenso	Muy intenso
Leche	Sabor característico de la leche ligeramente azucarada.		Poco intenso	Muy intenso
Caramelo	Sabor a caramelo duro, ligeramente tostado y alcohólico.		Poco intenso	Muy intenso
Salado	Gusto básico característico de la sal.		Poco intenso	Muy intenso

Tabla 21. Definición de atributos para Resabio

<b>Atributos definidos para Resabio</b>				
<b>Atributo seleccionado</b>	<b>Definición</b>	<b>Cómo se mide</b>	<b>Escala</b>	
Artificial	Sabor a saborizante artificial de vainilla. Se puede presentar también una nota plástica.	Después de deglutir la muestra percibir el sabor artificial que permanece en la boca.	Poco intenso	Muy intenso

#### 7.2.4 Entrenamiento en escalas

Para el entrenamiento en el uso de escalas se evaluaron 4 muestras (dos comerciales y dos experimentales) con perfiles sensoriales diferentes entre sí utilizando una escala estructurada de 9 puntos para determinar el nivel de evaluación de los jueces y observar principales desviaciones entre atributos y jueces.

Para determinar esta desviación se midió el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación de las muestras; los resultados generales se presentan en las tablas de la 22 a la 26. También se tuvo en consideración la diferencia entre los valores calificados por los jueces para un mismo atributo para una sola muestra; los que tuvieran una diferencia de 2 puntos o más, es decir, por arriba o debajo de la media, se interpretó como aquellos atributos que no estaban claros para los jueces por lo que requerían mayor entrenamiento.

Tabla 22. Resultados del entrenamiento para Aspecto

		<b>C</b>	<b>Br</b>	<b>pCri</b>	<b>Pr</b>
<b>Precissimo</b>	<b>Promedio</b>	7.2	1.8	3.4	3.9
	<b>DS</b>	1.1	1.6	2.3	2.4
	<b>CV</b>	15.4	87.0	67.1	61.6
<b>Valley Foods</b>	<b>Promedio</b>	8.6	3.5	2.3	3.0
	<b>DS</b>	0.6	2.3	2.2	2.4
	<b>CV</b>	6.7	66.9	95.8	78.9
<b>Control Normal</b>	<b>Promedio</b>	2.4	2.2	3.4	2.9
	<b>DS</b>	0.7	1.9	2.2	2.2
	<b>CV</b>	29.2	87.5	65.5	73.2
<b>Prototipo LFS</b>	<b>Promedio</b>	2.3	1.4	2.1	2.7
	<b>DS</b>	1.3	1.1	1.9	2.5
	<b>CV</b>	57.9	77.9	90.8	90.0

Significados de las abreviaciones: C = Color, Br = Brillo, pCri = Presencia de cristales, Pr = Porosidad.

Tabla 23. Resultados del entrenamiento para Olor

		<b>OV</b>	<b>OC</b>
<b>Precissimo</b>	<b>Promedio</b>	4.4	2.7
	<b>DS</b>	2.1	2.3
	<b>CV</b>	47.6	85.8
<b>Valley Foods</b>	<b>Promedio</b>	5.7	3.6
	<b>DS</b>	2.4	2.7
	<b>CV</b>	42.2	75.3
<b>Control Normal</b>	<b>Promedio</b>	2.1	1.5
	<b>DS</b>	2.0	2.0
	<b>CV</b>	96.6	130.6
<b>Prototipo LFS</b>	<b>Promedio</b>	1.8	1.1
	<b>DS</b>	1.4	1.5
	<b>CV</b>	76.3	135.4

Significados de las abreviaciones: OV = Olor Vainilla, OC = Olor Caramelo.

Tabla 24. Resultados del entrenamiento para Textura

		<b>D</b>	<b>Vs</b>	<b>Cm</b>	<b>Cri</b>	<b>RF</b>	<b>Sg</b>	<b>Ar</b>	<b>Gm</b>
<b>Precissimo</b>	<b>Promedio</b>	2.7	1.7	3.6	2.5	6.4	1.8	1.3	1.2
	<b>DS</b>	2.1	1.5	2.3	2.4	1.7	1.8	1.8	1.8
	<b>CV</b>	79.5	88.2	63.3	98.9	25.7	102.2	134.7	158.5
<b>Valley Foods</b>	<b>Promedio</b>	2.3	2.0	4.7	1.9	6.1	3.3	1.0	1.3
	<b>DS</b>	2.4	1.6	2.2	2.0	1.9	2.0	1.2	1.9
	<b>CV</b>	105.8	80.1	47.8	105.0	31.4	60.5	121.9	146.9
<b>Control Normal</b>	<b>Promedio</b>	3.2	1.0	2.2	3.6	5.2	3.3	5.5	0.9
	<b>DS</b>	2.6	1.5	2.2	2.4	2.6	2.9	2.7	1.4
	<b>CV</b>	79.8	154.9	99.6	66.4	50.5	88.6	48.9	162.7
<b>Prototipo LFS</b>	<b>Promedio</b>	3.3	1.8	3.8	2.1	4.5	4.1	3.5	2.4
	<b>DS</b>	1.6	1.9	1.8	2.0	2.6	2.8	2.9	2.5
	<b>CV</b>	49.0	107.5	46.8	93.1	57.5	68.8	84.2	105.5

Significados de las abreviaciones: D = Dureza, Vs = Viscosidad, Cm = Cremosidad, Cri = Cristales, RF = Rapidez para fundirse, SG = Sensación grasa, Ar = Arenosidad, Gm = Gomosidad.

Tabla 25. Resultados del entrenamiento para Sabor

		<b>FV</b>	<b>FD</b>	<b>FL</b>	<b>FC</b>
<b>Precissimo</b>	<b>Promedio</b>	5.8	5.4	3.1	2.7
	<b>DS</b>	1.8	1.9	2.3	2.2
	<b>CV</b>	30.5	35.2	74.7	79.3
<b>Valley Foods</b>	<b>Promedio</b>	5.9	5.7	4.4	3.8
	<b>DS</b>	1.8	1.7	2.3	2.5
	<b>CV</b>	30.3	29.0	51.6	64.9
<b>Control Normal</b>	<b>Promedio</b>	2.7	4.0	3.8	2.5
	<b>DS</b>	2.3	2.0	2.2	2.5
	<b>CV</b>	85.2	49.1	57.5	98.4
<b>Prototipo LFS</b>	<b>Promedio</b>	2.3	3.7	4.1	2.0
	<b>DS</b>	2.0	1.8	2.3	2.3
	<b>CV</b>	88.9	48.7	55.0	119.2

Significados de las abreviaciones: FV = Sabor vainilla, FD = Sabor Dulce, FL = Sabor Leche, FC = Sabor Caramelo.

Tabla 26. Resultados del entrenamiento para Resabio

<b>Resabio Artificial</b>		
<b>Precissimo</b>	<b>Promedio</b>	2.2
	<b>DS</b>	2.5
	<b>CV</b>	113.5
<b>Valley Foods</b>	<b>Promedio</b>	2.2
	<b>DS</b>	2.1
	<b>CV</b>	95.2
<b>Control Normal</b>	<b>Promedio</b>	2.6
	<b>DS</b>	3.0
	<b>CV</b>	115.5
<b>Prototipo LFS</b>	<b>Promedio</b>	2.4
	<b>DS</b>	2.4
	<b>CV</b>	100.1

Se observa que en la mayoría de los atributos evaluados en esta fase del entrenamiento tienen un CV por encima del 40% por lo que aún no son datos confiables para realizar las pruebas posteriores; por ello, se continuó con un entrenamiento más riguroso que constaba de estándares para cada atributo que pudieran marcar los límites de intensidad de cada uno.

### 7.2.5 Entrenamiento con estándares

Para dar un mayor entendimiento en la intensidad de los atributos se hicieron varios entrenamientos utilizando estándares para cada atributo evaluado (Ver Metodología, tabla 7), el acomodo en que se entregaron las muestras se presenta como ejemplo de una de las sesiones en la figura 6. Debido a que fueron muchas muestras estas sesiones se dividieron por atributos. Se les explicó a los jueces que la intensidad de los límites bajos estaba entre 1 – 2, los límites de la intensidad media entre 3 – 4 y los límites de la intensidad alta entre 7 – 9.

En la tabla 27 se puede observar la comparación entre los CV generados en esta parte del entrenamiento sin estándares y las evaluaciones con estándares.

En las dos primeras columnas (entrenamiento sin el uso de escalas) se observa que todos los atributos presentan un CV arriba del 40% mientras que en las columnas CV<sub>3</sub> – CV<sub>5</sub> (entrenamiento con el uso de escalas) disminuyen considerablemente los CV aunque para los atributos presencia de cristales, porosidad, viscosidad, cristales, arenosidad, gomosidad, olor caramelo, sabor leche y resabio artificial aún se tienen coeficientes mayores al 40%, por eso se realizaron más sesiones del entrenamiento haciendo uso de los estándares a la par que practicaban el uso de las escalas con diferentes muestras comerciales.



Figura 6. Acomodo de los estándares.

Tabla 27. Comparación entre los coeficientes de variación del entrenamiento CV<sub>1</sub> – CV<sub>2</sub> muestras evaluadas sin el uso de estándares CV<sub>3</sub> – CV<sub>5</sub> muestras evaluadas con el uso de estándares.

GRUPO	ATRIBUTO	CV <sub>1</sub>	CV <sub>2</sub>	CV <sub>3</sub>	CV <sub>4</sub>	CV <sub>5</sub>
Aspecto	Color	57.94	15.43	22.96	29.44	11.4
	Brillo	77.98	87.07	47.22	42.75	40.1
	P. cristales	90.81	67.13	46.42	33.61	62.5
	Porosidad	90.02	61.56	61.18	56.99	62.5
Textura	Dureza	49.04	79.45	53.98	25.98	39.5
	Viscosidad	107.49	88.21	47.38	85.15	31.6
	Cremosidad	46.84	63.30	36.04	54.80	30.6
	Cristales	93.08	98.90	71.22	23.23	85.4
	R. fundirse	57.47	25.70	26.28	42.77	35.0
	S. grasa	68.84	102.19	56.14	43.84	31.1
	Arenosidad	84.17	134.71	102.83	69.85	94.5
	Gomosidad	105.53	158.46	79.58	44.48	61.2
Olor	Vainilla	76.35	47.65	30.33	39.45	36.9
	Caramelo	135.44	85.77	48.25	78.36	42.8
Sabor	Vainilla	88.89	30.54	34.19	33.81	41.7
	Leche	55.07	74.67	53.59	29.16	59.9
	Dulce	48.67	35.24	36.19	38.24	25.4
	Caramelo	119.22	79.33	42.38	52.888	35.8
Resabio	Artificial	100.09	113.48	133.96	115.21	123.6

Están marcados en rojos los atributos que aún tienen CV altos, indicando una dispersión en la evaluación de los jueces.

Después de varias sesiones de entrenamiento con estándares se encontró que había un mejor entendimiento por parte de los jueces en cuanto a la evaluación de las muestras, por ello disminuyó la dispersión de los datos, así como el coeficiente de variación, en la figura 7 se muestra una gráfica de los resultados obtenidos al final del entrenamiento.

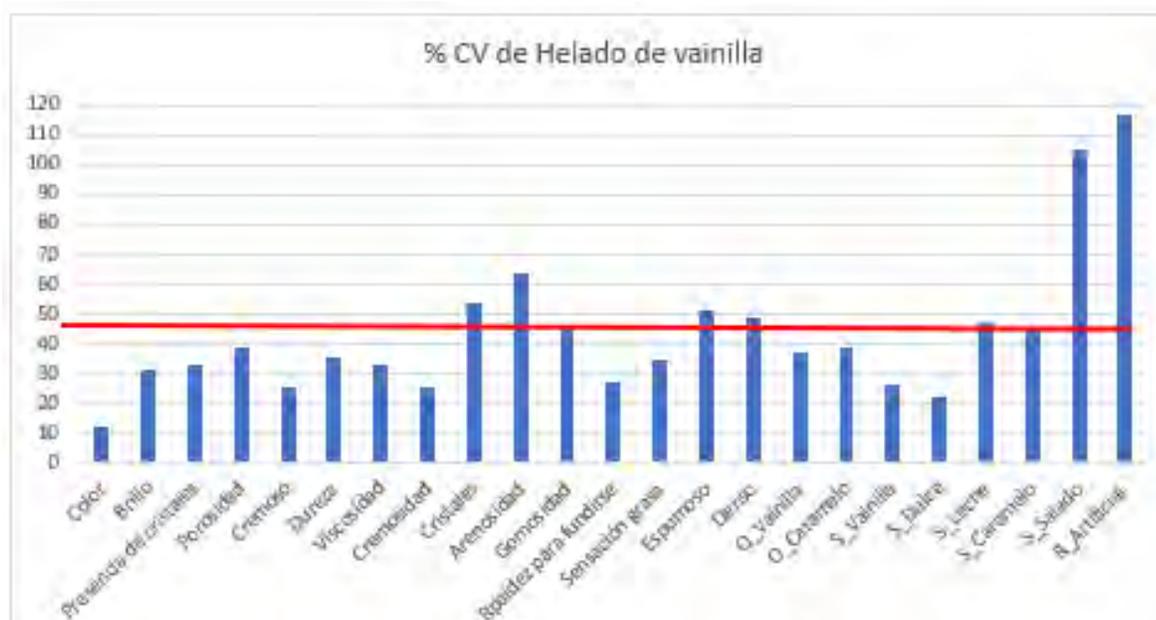


Figura 7. Coeficientes de variación para los atributos de helado de vainilla

Los resultados muestran que los atributos de cristales, arenosidad, espumoso, denso, sabor salado y resabio artificial poseen coeficientes arriba del 45% esto debido a la dispersión de los valores dados en las evaluaciones de los jueces, sin embargo, al realizar el ANOVA a dos vías ya no se encontró diferencia entre los jueces en ninguno de los atributos evaluados. Teniendo estos resultados se concluyó que eran satisfactorios para continuar con la evaluación de los productos en la metodología Descriptiva Convencional y generar los perfiles sensoriales.

### **7.3 Evaluación en la metodología Descriptiva Convencional**

Una vez analizados los resultados del entrenamiento con estándares se continuó con la caracterización de los perfiles sensoriales por cada muestra mediante un análisis descriptivo cuantitativo. Debido a la cantidad de las muestras, la evaluación se dividió por sesiones; en una sesión se evaluaron 4 muestras y en las siguientes tres sesiones se evaluaron 3 muestras en cada una.

Por petición de los jueces se cambió el orden de los atributos, no por manera de aparición (primero los atributos de apariencia, después los de olor, seguido de los de textura, sabor y finalmente resabio) sino por importancia del tiempo de derretimiento (primero los atributos de apariencia, después los atributos de textura, seguidos de los atributos de olor, sabor y por último resabio).

Para tener una mayor confiabilidad en los resultados generados de este método se realizó un Análisis de Varianza a dos vías con un nivel de significancia del 95%, usando como factores: atributos y jueces. Ya que algunas muestras presentaron diferencias estadísticamente significativas en la primera evaluación, por lo que se hicieron repeticiones de estas muestras hasta que no presentaran diferencias entre los jueces. En la tabla 28 se muestran los resultados de los primeros perfiles generados por muestra.

Tabla 28. Resultados de ANOVA para las muestras. Las consideraciones que se usaron son: grados de libertad (entre) = 15, grados de libertad (intra)= 352; F. teórica = 1.666

<b>Muestra</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>Resultado</b>
Holanda	1.647	No hay diferencias significativas entre jueces.
Michoacana	1.423	No hay diferencias significativas entre jueces.
Deslice	1.993	Sí hay diferencias significativas entre jueces.
Nestlé	1.988	Sí hay diferencias significativas entre jueces.
Häagen-Dazs	1.737	Sí hay diferencias significativas entre jueces.
Valley Foods	1.217	No hay diferencias significativas entre jueces.
Santa Clara	2.471	Sí hay diferencias significativas entre jueces.
Precissimo	2.256	Sí hay diferencias significativas entre jueces.
Vital'ice	13.858	Sí hay diferencias significativas entre jueces.
Prototipo LFS	1.743	Sí hay diferencias significativas entre jueces.
Prototipo LF	1.516	No hay diferencias significativas entre jueces.
Control LFS	1.097	No hay diferencias significativas entre jueces.
Control normal	1.696	Sí hay diferencias significativas entre jueces.

Las muestras que presentan diferencias entre los jueces fueron 8 de los 13 totales, las cuales fueron las marcas: Deslice, Nestlé, Häagen-Dazs, Santa Clara, Precissimo y Vital'ice y las muestras experimentales: prototipo LFS y control Normal. Por ello se repitió el perfil de estas muestras en sesiones posteriores (tabla 29).

Tabla 29. Resultados del Análisis de Varianza de las muestras repetidas.

<b>Muestra</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>Resultado</b>
Häagen-Dazs	1.573	No hay diferencias significativas entre jueces.
Nestlé	1.599	No hay diferencias significativas entre jueces.
Deslice	1.396	No hay diferencias significativas entre jueces.
Santa Clara	1.598	No hay diferencias significativas entre jueces.
Precissimo	1.498	No hay diferencias significativas entre jueces.
Vital'ice	1.534	No hay diferencias significativas entre jueces.
Control Normal	1.954	Sí hay diferencias significativas entre jueces.
Prototipo LFS	2.441	Sí hay diferencias significativas entre jueces.

Después de esta primera repetición únicamente dos muestras experimentales (Control normal y prototipo LFS) seguían mostrando diferencias estadísticamente significativas entre los jueces. Por ello para se repitió el perfil de todos los atributos y ya no presentaron diferencias entre los jueces con un valor de F. calculado de:

- Control Normal, F= 1.276
- Prototipo LFS, F= 1.329

Las gráficas que arrojaron este análisis muestran los atributos que poseen diferencias entre cada muestra. En la siguiente tabla comparativa (tabla 30) se muestran las diferencias estadísticamente significativas entre atributos en tres grupos, todas las muestras, las muestras con carga calórica reducida y las muestras con composición completa (no reducidas).

En el análisis de todas las muestras se observó que solamente el sabor salado y el resabio artificial no tienen diferencias entre las muestras, mientras que todos los demás atributos sí presentan diferencias entre muestras con una significancia del 0.01%. Para las muestras reducidas (detalladas en el apartado de metodología) los atributos que no tuvieron diferencias entre las muestras fueron rapidez para fundirse y sabor salado. Finalmente, para las muestras con composición habitual los atributos que tuvieron diferencias entre muestras fueron espumoso en textura y resabio artificial. De los atributos que tuvieron diferencia significativa en todas las comparaciones realizadas, se seleccionaron los que se evaluarían en las metodologías de TDS y T-CATA.

Tabla 30. Diferencia estadísticamente significativa por grupo de muestras.

GRUPO	ATRIBUTOS	TODAS LAS MUESTRA	MUESTRAS REDUCIDAS	NORMALES	Atributos a evaluar en TDS/T-CATA
Apariencia	Color	✓	✓	✓	
	Brillo	✓		✓	
	Presencia de cristales	✓	✓	✓	SI
	Porosidad	✓	✓	✓	
	Cremoso	✓	✓	✓	
Textura	Dureza	✓	✓	✓	SI
	Viscosidad	✓	✓	✓	
	Creмосidad	✓	✓	✓	
	Cristales	✓	✓	✓	SI
	Arenosidad	✓	✓	✓	SI
	Gomosidad	✓	✓	✓	
	Rapidez para fundirse	✓		✓	SI
	Sensación grasa	✓	✓	✓	SI
	Espumoso	✓	✓		SI
	Denso	✓	✓	✓	SI
Olor	Vainilla	✓	✓	✓	
	Caramelo	✓	✓	✓	
Sabor	Vainilla	✓	✓	✓	SI
	Dulce	✓	✓	✓	SI
	Leche	✓	✓	✓	
	Caramelo	✓	✓	✓	
	Salado			✓	
Resabio	Artificial		✓		SI

✓ atributos que presentan diferencias estadísticamente significativas en las pruebas.

### 7.3.1 Perfil sensorial

El Análisis de Componentes Principales (PCA) se realizó separando las muestras dependiendo su composición, en muestras reducidas en carga calórica y completas.

#### Muestras reducidas en carga calórica.

En la figura 8 se muestra el gráfico PCA de los atributos de Aspecto; donde el componente 1 (Axis 1) explica el 42.4% de la variabilidad de las muestras y el componente 2 (Axis 2) el

25.1% de la variabilidad, entre ambos componentes explicaron el 67.5% de la variabilidad de las muestras.

El prototipo LFS se encuentra correlacionado positivamente al componente 1 y al componente 2 y se caracteriza principalmente por la presencia de cristales, además de brillo y porosidad. Mientras que la muestra comercial Deslice, está correlacionada negativamente con el componente 1 pero positivamente con el componente 2 y se caracteriza por el atributo cremoso. El prototipo LF y la muestra comercial Vital'ice están correlacionadas negativamente a los dos componentes y se caracterizan por los atributos de presencia de cristales, porosidad y brillo, pero en una baja intensidad.

Finalmente, los controles experimentales están correlacionados positivamente al componente 1 y negativamente al componente 2, estos se caracterizan principalmente por el atributo de color y en menor intensidad cremoso.

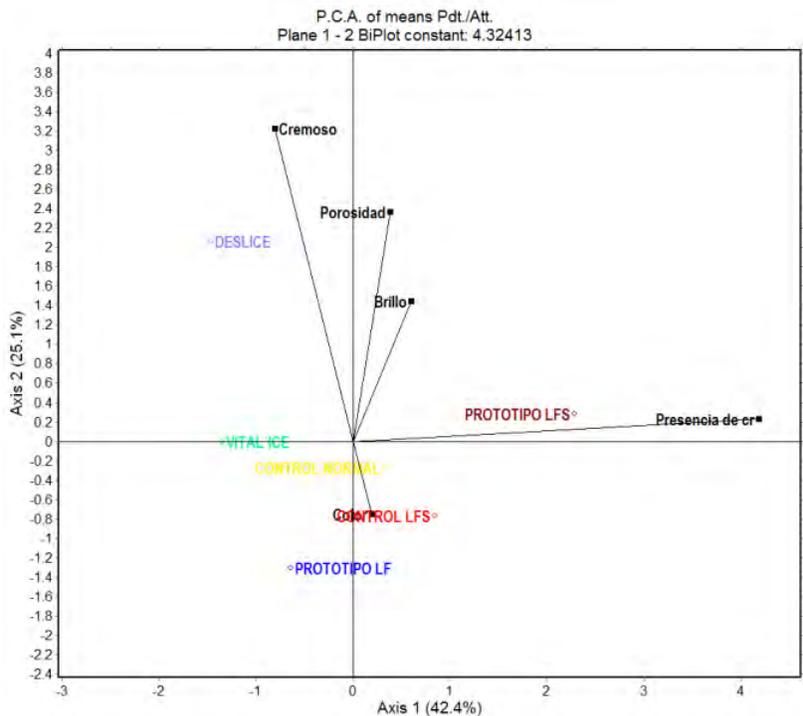


Figura 8. PCA para Aspecto de las muestras reducidas.

La figura 9 muestra el PCA de los atributos de textura de las muestras; donde el componente 1 (Axis 1) explica el 35.9% de la variabilidad de las muestras y el componente 2 (Axis 2) el 18.4% de la variabilidad, entre ambos componentes explicaron el 54.3% de la variabilidad de las muestras.

Nuevamente el prototipo LFS está correlacionado positivamente al componente 1 y al componente 2 y se caracteriza por los atributos de dureza y cristales. Mientras que las muestras comerciales Deslice y Vital'ice están correlacionadas negativamente al componente 1 y al componente 2 y se caracterizan por los atributos de cristales y dureza en una intensidad muy baja. Los controles experimentales y el prototipo LF están correlacionados positivamente al componente 1 pero negativamente al componente 2 y estos se caracterizan por presentar una baja intensidad de los siguientes atributos: arenosidad, espumoso, viscosidad, cremosidad, sensación grasa, rapidez para fundirse, denso y gomosidad.

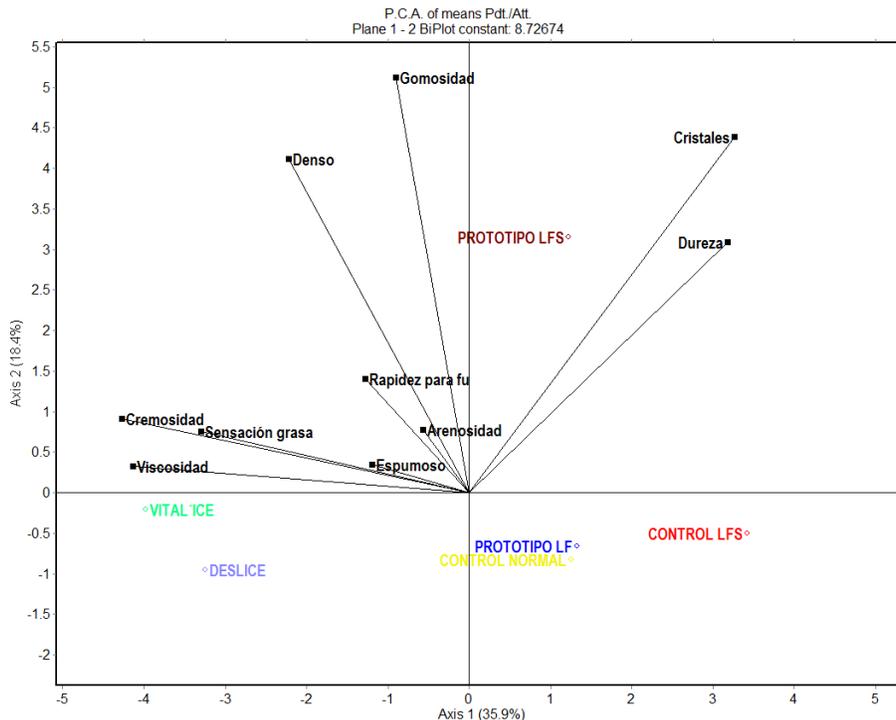


Figura 9. PCA para textura de las muestras reducidas.

Por último, la figura 10 muestra el PCA de los atributos de Sabor, Olor y Resabio de las muestras reducidas; donde el componente 1 (Axis 1) explica el 28.9% de la variabilidad de las muestras y el componente 2 (Axis 2) explica el 19.3% de la variabilidad, entre ambos componentes explicaron el 48.2% de la variabilidad de las muestras.

Las muestras comerciales Deslice y Vital'ice y el Control Normal están correlacionadas positivamente con los componentes 1 y 2 y se caracterizan por los atributos de olor de vainilla principalmente, además, de los atributos de olor y sabor caramelo. Por otro lado, el Control LFS está correlacionado negativamente al componente 1 y positivamente al componente 2, y se caracteriza por los atributos de sabor dulce, sabor vainilla y resabio artificial, pero en una baja intensidad. Finalmente, los prototipos experimentales LF y LFS están correlacionados negativamente a los dos componentes y se caracterizan por el sabor salado como atributo principal y en menos intensidad por el olor y sabor caramelo.

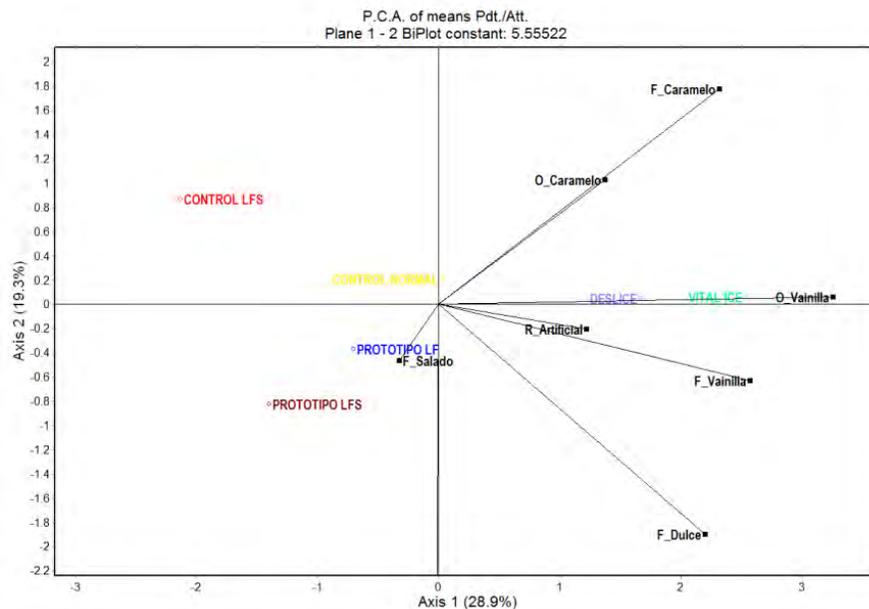


Figura 10. PCA para Olor, Sabor y Resabio de las muestras reducidas.

### Muestras con composición habitual

En la figura 11 se muestra el PCA de las muestras comerciales con composición habitual para los atributos de Aspecto; donde el componente 1 (Axis 1) explica el 65.9% de la variabilidad de las muestras y el componente 2 (Axis 2) el 23.9% de la variabilidad, entre ambos componentes explicaron el 89.8% de la variabilidad de las muestras.

La muestra Michoacana se encuentra correlacionada positivamente con el componente 1 y con el componente 2 y se caracteriza principalmente por el color intenso y por el brillo. Por otro lado, la muestra Nestlé está correlacionada negativamente al componente 1 pero positivamente al componente 2 y se caracteriza principalmente por el atributo cremoso y en menor intensidad por la presencia de cristales y porosidad. Las muestras Santa Clara, Häagen-Dazs y Precissimo están correlacionadas negativamente al componente 1 y al componente 2 y se caracterizan por los atributos de color y brillo en muy baja intensidad. Finalmente, las muestras Valley Foods y Holanda están correlacionadas positivamente al componente 1 y negativamente al componente 2; Holanda se caracteriza por ser muy porosa y por la presencia de cristales, mientras que Valley Foods se caracteriza principalmente por la presencia de cristales y en segundo lugar por la porosidad.

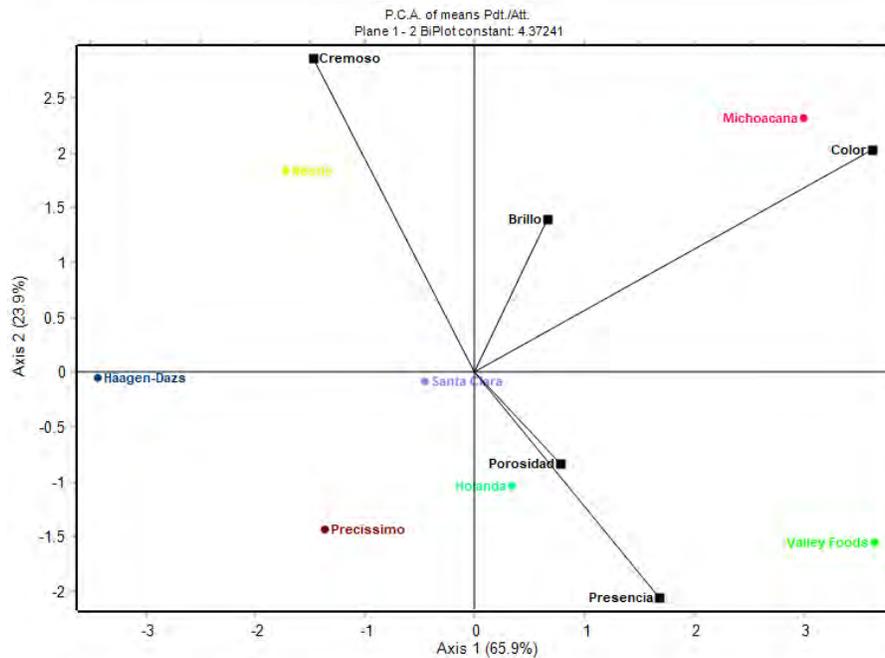


Figura 11. PCA para Aspecto de las muestras comerciales completas.

En la figura 12 se muestra el PCA de los atributos de Textura para estas muestras; donde el componente 1 (Axis 1) explica el 55.5% de la variabilidad de las muestras y el componente 2 (Axis 2) el 27.8% de la variabilidad, entre ambos componentes explicaron el 83.3% de la variabilidad de las muestras.

La muestra Valley Foods está correlacionada positivamente al componente 1 y al componente 2 y se caracteriza principalmente por los atributos de arenosidad y cristales.

Mientras que la muestra Michoacana está correlacionada negativamente con el componente 1 y positivamente con el componente 2 y se caracteriza principalmente por la viscosidad y sensación grasa, además, en menor intensidad por los atributos de cremosidad, gomosidad, denso y dureza. Las muestras Nestlé, Häagen-Dazs y Santa Clara están correlacionadas negativamente al componente 1 y al componente 2 y se caracterizan por el atributo espumoso y con menor intensidad por los cristales y la arenosidad. Por otro lado, las muestras Holanda y Precissimo están correlacionadas positivamente al componente 1 y negativamente al componente 2; la muestra Holanda se caracteriza por lo denso y la rapidez para fundirse, mientras que la muestra Precissimo principalmente por la rapidez para fundirse y en menor intensidad por la sensación grasa.

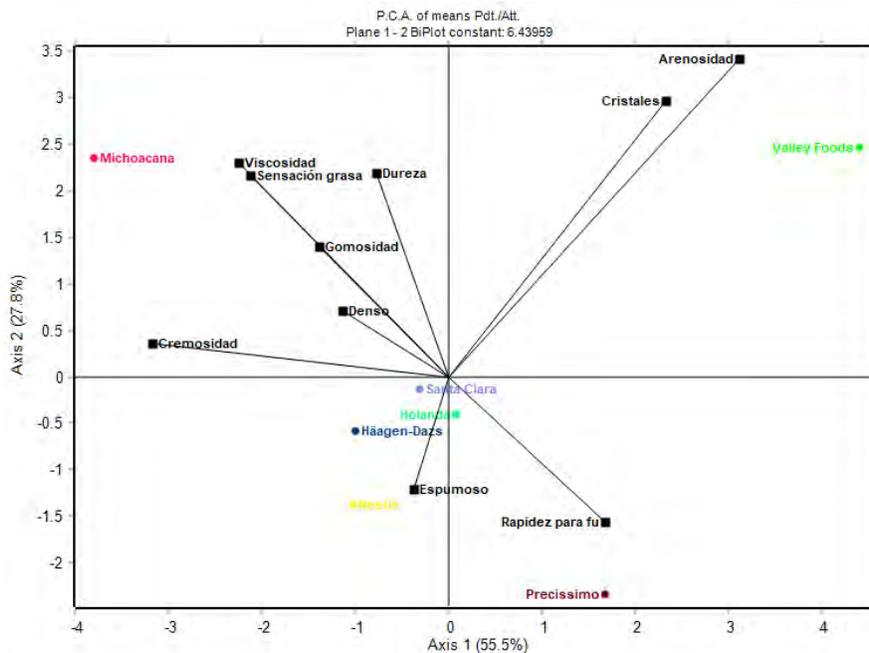


Figura 12. PCA para Textura de las muestras comerciales completas.

Por último, la figura 13 muestra el PCA de los atributos de Olor, Sabor y Resabio para las muestras comerciales completas; donde el componente 1 (Axis 1) explica el 54.3% de la variabilidad de las muestras y el componente 2 (Axis 2) el 27.0% de la variabilidad, entre ambos componentes explicaron el 81.3% de la variabilidad de las muestras.

La muestra Santa Clara está correlacionada positivamente al componente 1 y al componente 2 y se caracteriza con una baja intensidad por los atributos de resabio artificial, sabor salado y sabor dulce y con mucho más baja intensidad olor caramelo. Mientras que las muestras

Precissimo, Nestlé y Holanda están correlacionadas negativamente al componente 1 y positivamente al componente 2; Holanda se caracteriza por el resabio artificial, el sabor y olor vainilla, mientras que Nestlé y Precissimo se caracterizan principalmente por el sabor y olor vainilla. Finalmente, la muestra Häagen-Dazs está correlacionada positivamente al componente 1 y negativamente al componente 2 y se caracteriza con mayor intensidad por el sabor a leche y con muy baja intensidad con el atributo de sabor vainilla.

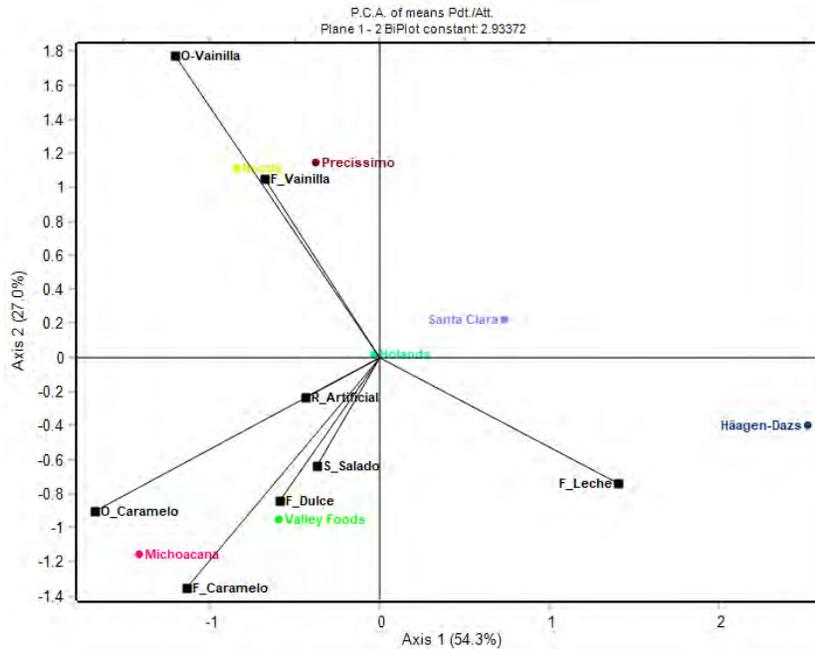


Figura 13. PCA para Olor, Sabor y Resabio de las muestras comerciales completas.

Además de los gráficos de PCA se realizaron los gráficos de araña para todas las muestras dividido por grupo sensorial, para obtenerse una comparación más clara entre las diferencias de las intensidades de los atributos que resaltan para cada muestra tanto reducida como de composición normal. En las figuras 14, 15 y 16 se muestran estas diferencias.

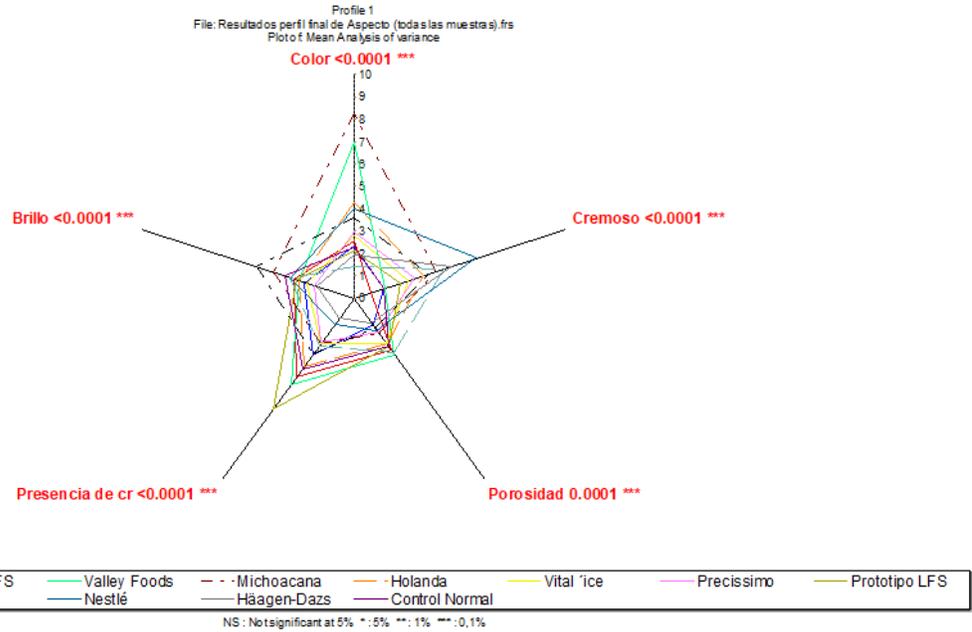


Figura 14. Gráfico de araña para Aspecto de todas las muestras.

La figura 14 muestra el gráfico de araña para los atributos de aspecto de todas las muestras, se observa que los atributos que tienen mayor diferencia en las intensidades son el color, brillo, cremoso y la presencia de cristales, mientras que la porosidad tiene intensidades semejantes para todas las muestras. Todos

los atributos presentan diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 99.9%. Para el caso del color la muestra Michoacana tiene mayor intensidad con 8 puntos, seguida de la muestra Valley Foods con 7, las demás muestras entran en un rango de 4 a 1.5 de intensidad del color. Para el brillo las muestras Santa Clara y Michoacana presenta la intensidad más alta con 4.5 y 3.8 respectivamente mientras que las demás muestras tuvieron una intensidad más homogénea entre 1.8 a 2.8.

En el atributo presencia de cristales, la muestra que sobresalió por su intensidad fue el prototipo LFS con una evaluación de 6.1, con una menor intensidad le siguieron las muestras Valley Foods y el Control LFS con 4.7 y 4.3 respectivamente. La muestra que tuvo una menor intensidad en este atributo fue Häagen-Dazs con un valor de 1.2. En la cremosidad la muestra Nestlé presentó la mayor intensidad con una evaluación de 5.7 seguido por las muestras Deslice cream y Häagen-Dazs con más de un punto de diferencia, a excepción del

control LFS que tuvo una evaluación de 0.8 todas las demás muestras tuvieron una evaluación homogénea entre 1.4 a 3.9 de intensidad.

Finalmente, para la porosidad se observa que no hay una diferencia tan grande en la intensidad entre todas las muestras, las cuales van en un rango de 1.4 a 3.1.

La Figura 15 muestra el gráfico de araña de todas las muestras para los atributos de Textura. Todos los atributos presentaron diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia de 99.9%.

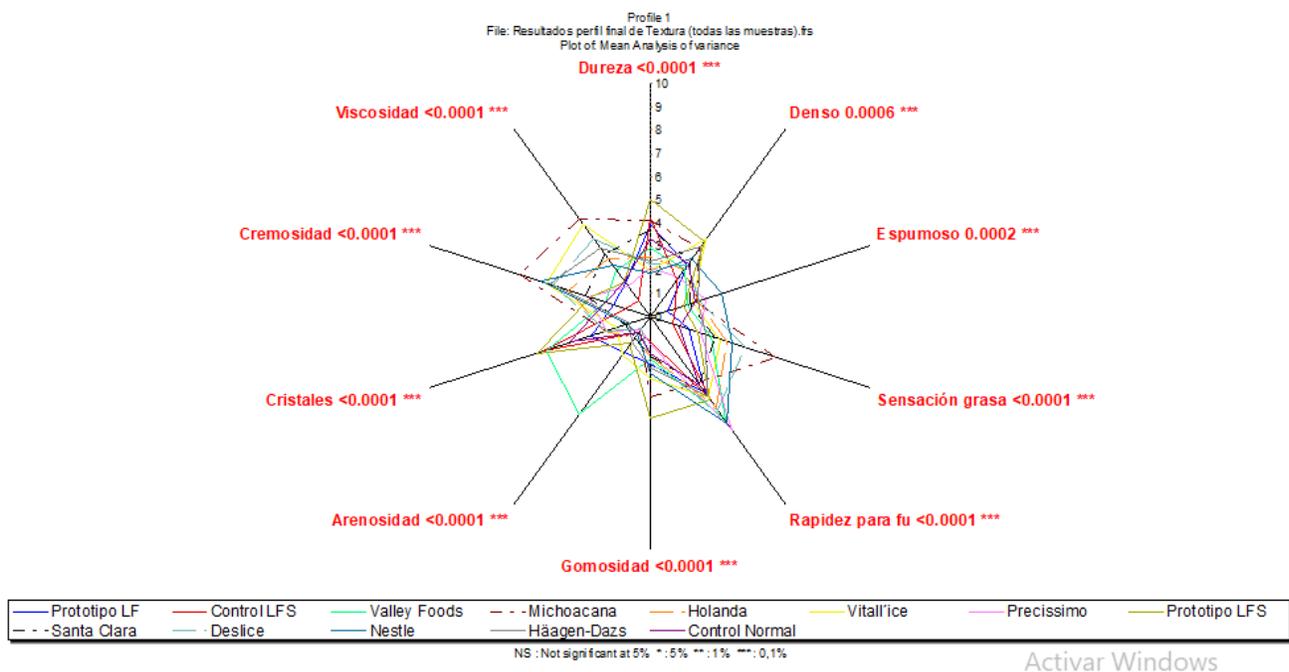


Figura 15. Gráfico de araña para Textura de todas las muestras.

Para el atributo de dureza la muestra que tuvo mayor intensidad fue el prototipo LFS con una evaluación de 5.0, seguida del control LFS y la Michoacana con 4.3 y 4.1 respectivamente. Las muestras con menos dureza fueron Vital'ice y Nestlé con 1.9 las dos. En la viscosidad la Michoacana tuvo la mayor intensidad con 5.2 mientras que la muestra con menor intensidad fue el control LFS con 0.8 de intensidad; las demás muestras tuvieron una intensidad entre el rango de 1.6 a 4.8. Para la cremosidad se distinguió nuevamente la Michoacana con una intensidad de 5.9 y así como el control reducido tuvo la menor intensidad con 1.1. Las muestras Vital'ice, Deslice, Nestlé y Häagen-Dazs tuvieron una

intensidad similar de más de 4 puntos, las demás muestras tuvieron una intensidad entre 1.6 a 3.7.

En el atributo de cristales se observa que hubo una baja intensidad por parte de la mayoría de las muestras (menor a 2), sin embargo, las muestras que mostraron una mayor intensidad fueron los prototipos experimentales y la muestra comercial Valley Foods con un rango entre 5.1 a 2.6. Para la arenosidad fue muy claro la diferencia de intensidad entre Valley Foods con el resto de las muestras, la cual tuvo una evaluación de 5.2, mientras que las demás tuvieron una evaluación homogénea entre 0.7 a 1.8.

En la gomosidad la muestra que tuvo mayor intensidad fue el prototipo LFS con una evaluación de 4.4, seguido, con un punto menos de diferencia, por la Michoacana. La muestra con menor intensidad fue el control LFS con 1.1. Las demás se mantuvieron en un rango entre 3.4 y 1.6. El atributo rapidez para fundirse tuvo una intensidad intermedia entre todas las muestras que va desde los 3.5 hasta 6.0. la muestra que se fundió más rápido fue Precissimo mientras que la que tardó más tiempo fue Michoacana.

El atributo sensación grasa tuvo mayor diferencia entre las intensidades de las muestras, es decir, hubo una diferencia de 5 puntos entre la muestra con mayor intensidad y la de menor. La muestra con mayor sensación grasa fue la Michoacana con una evaluación de 5.7, la muestra con menor intensidad fue el control LFS con 1.0, mientras que las demás muestras se encuentran en un rango de 1.4 a 4.3.

En el atributo espumoso no se presentó tanta variación entre las intensidades de las muestras. La muestra que tuvo más intensidad fue Nestlé con una evaluación de 3.5 y la muestra con menor intensidad fue el prototipo LF con 0.8. mientras que el resto fluctuaba en un rango de 1.2 a 2.5.

Finalmente, para el atributo denso tampoco hubo tanta variación entre las intensidades de las muestras ya que esta no fue mayor a dos puntos. La muestra que resultó más densa fue Vita´ice con 4.1 y la menos densa fue el control LFS con 2.0, El resto de las muestras estuvo dentro de un rango de intensidad de 2.1 a 4.0.

En la figura 16 se muestra el gráfico de araña para los atributos de Sabor, Olor y Resabio de todas las muestras.

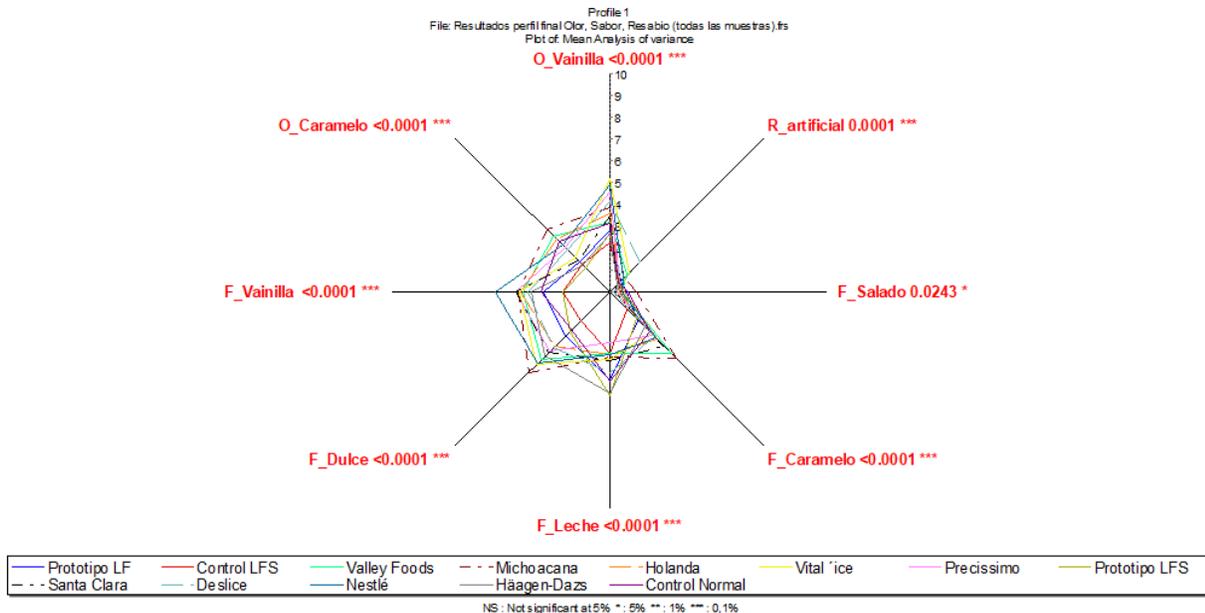


Figura 16. Gráfico de araña para Olor, Sabor y Resabio de todas las muestras.

El olor vainilla tuvo en promedio una intensidad intermedia para todas las muestras, que varió entre 2.2 a 5.2. la muestra que presentó mayor olor a vainilla fue Vital'ice seguida de Nestlé con 5.2 y 4.9 respectivamente. La muestra con menor olor a vainilla fue el control LFS con 2.2. El resto de las muestras presentaron intensidades similares en el olor a vainilla. Para el olor a caramelo las muestras comerciales Michoacana y Valley Foods tuvieron una mayor intensidad con 4.0 y 3.6, mientras que la muestra con menor olor a caramelo fue el prototipo LFS con 1.6.

La muestra que se distinguió por el sabor vainilla fue Nestlé con 5.2, posteriormente, Santa Clara con una diferencia de un punto, las muestras con menos sabor vainilla fueron las muestras experimentales prototipo LFS y control LFS con 2.1 y 2.2 respectivamente. En el sabor dulce la muestra que tuvo mayor intensidad fue la Michoacana con 5.2 seguida por Vital'ice con 4.7 y Nestlé con 4.6. la muestra con menor dulzor fue el control LFS con 1.9; las demás muestras estaban en un rango de intensidad de 2.5 a 4.4. Para el sabor leche se caracterizaron las muestras Prototipo LFS y Häagen-Dazs con una evaluación de 4.7, la que

tuvo un menor sabor a leche de todas fue Precissimo con 2.4 y el resto de las muestras entraron en un rango de intensidad de 4.1 a 2.8.

Las muestras Michoacana y Valley Foods fueron las que resaltaron por el sabor caramelo con una evaluación de 4.4 y 4.0 respectivamente. la muestra con menor intensidad fue el control LFS con 1.1. El resto de las muestras tuvieron una intensidad entre 3.5 y 1.8. Finalmente, para el sabor salado se observa que la intensidad de todas las muestras es muy baja y que tienen diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95%. La única muestra que supera el punto de intensidad es la Michoacana con 1.2. la muestra con menos sabor a salado fue Deslice cream con 0.2. Las demás muestras se encuentran en un intervalo de intensidad desde 0.3 hasta 0.8.

Para el resabio artificial Deslice cream tuvo la mayor intensidad con 2.0, en segundo lugar, Vital'ice con 1.3. Las demás muestras tanto comerciales como experimentales estuvieron por debajo del punto de intensidad. La muestra con menor resabio fue Häagen-Dazs con 0.4.

#### **7.4 Evaluación de la Metodología TDS**

Una vez realizada la caracterización sensorial de todas las muestras, se realizaron las pruebas en la metodología TDS. Lo primero que se hizo, previo a la prueba, fue seleccionar los atributos que se evaluarían en esta metodología. Los parámetros usados para esto fueron: aquellos atributos que presentaban diferencias estadísticamente significativas entre las muestras en la ANOVA a dos vías (resultados mostrados en la tabla 30), además de ser atributos que realmente tuvieran un impacto con respecto al tiempo, es decir, aquellos atributos que mejor indicaron cómo las propiedades sensoriales de una muestra cambian con el tiempo.

Por ello, de los 23 atributos que evaluaron en la metodología pasada, se seleccionaron 10 atributos que cumplían con estas características: sabor vainilla, sabor dulce, resabio artificial, dureza, cristales, arenosidad, rapidez para fundirse, sensación grasa, espumoso y denso.

Al inicio de la prueba los jueces comenzaban la evaluación con un tiempo de 0, al comenzar la evaluación corría un temporizador de 10 minutos, en los cuales los jueces marcaban en la

escala el atributo predominante y la intensidad que percibieran a lo largo del tiempo, detenían el tiempo una vez que ya no sentían ninguna sensación.

### 7.4.1 Muestras experimentales reducidas en carga calórica

En las figuras 17 y 18 se muestran las curvas de TDS para los prototipos experimentales reducidos en carga calórica. Cada curva representa los atributos elegidos como dominantes en cada momento de la evaluación (Varela, et al, 2013). En las gráficas se observan también las líneas de nivel de significancia y nivel de proporción. El nivel de significancia indica el valor mínimo que debe alcanzarse para que la tasa de dominio se considere significativamente más alta que el nivel de proporción. Las curvas son consistentes cuando están por encima del nivel de significancia (Di Monaco, et al, 2014).

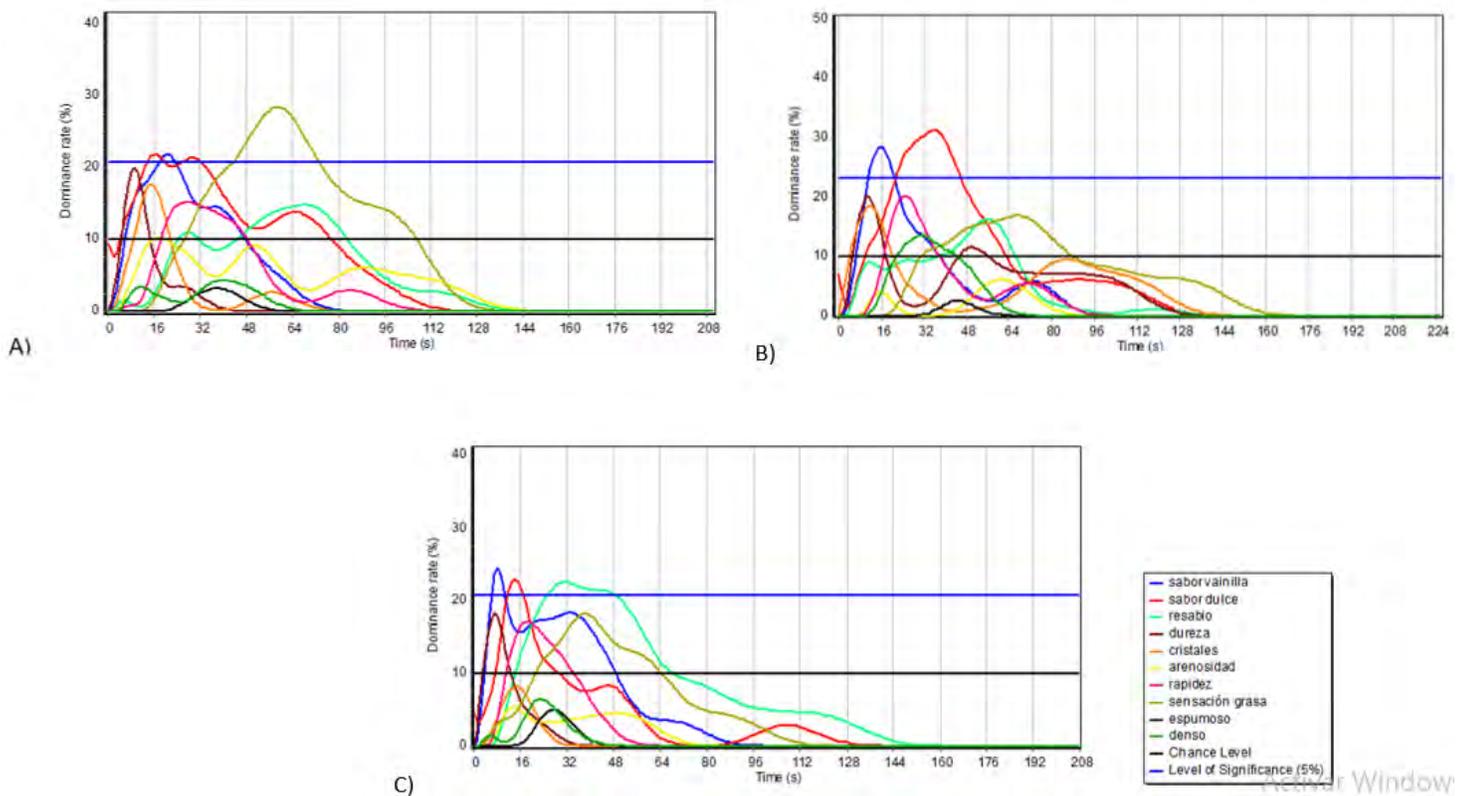


Figura 17. Curvas de TDS para los prototipos: A) Prototipo LF B) Control LFS C) Control Normal

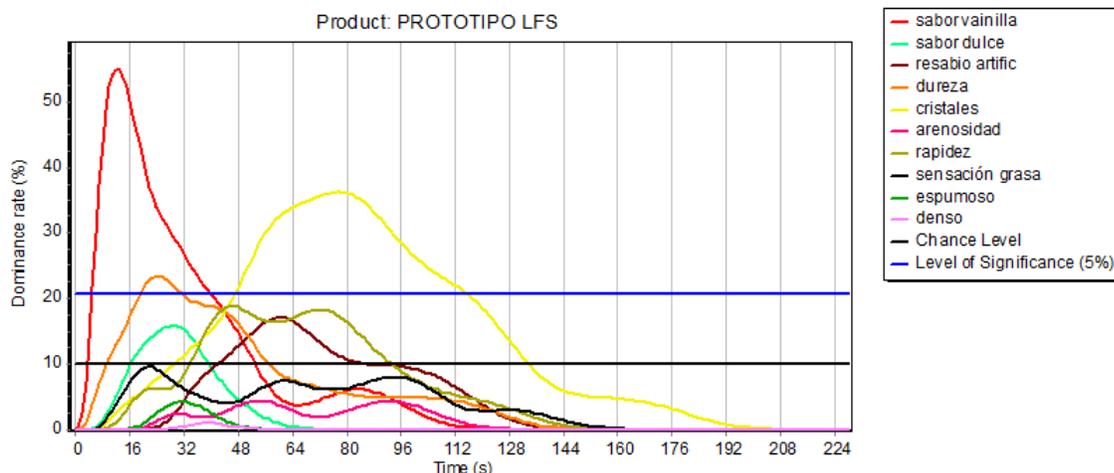


Figura 18. Curva de TDS para el prototipo LFS

### Sabor Vainilla, Sabor dulce y Resabio artificial.

El sabor vainilla (línea azul para el prototipo LF, control normal y control LFS y línea roja para el prototipo LFS), sabor dulce (línea roja para el prototipo LF, control normal y control LFS y línea verde para el prototipo LFS) y resabio artificial ((línea verde para el prototipo LF, control normal y control LFS y línea café para el prototipo LFS) están relacionados directamente con la cantidad de saborizante, azúcar y edulcorante, respectivamente, que se añade a las muestras. El control bajo en azúcar y grasa mostró una proporción de dominio más alta y más larga para el sabor vainilla, que el control normal y el prototipo bajo en grasa, los cuales tienen una proporción de dominio más pequeño y apenas significativo. El prototipo bajo en grasa y azúcar no mostró una proporción de dominio significativo para el sabor a vainilla.

En cuanto al sabor dulce el control LFS es la muestra que presenta la proporción de dominio más larga y alta en el sabor dulce, este atributo estuvo presente cerca del 75% del tiempo de consumo. Mientras que las muestras control normal y prototipo LF muestran una proporción de dominio más baja, pero apenas significativa, sin embargo, para el control normal estuvo presente cerca del 90% del tiempo de consumo y el prototipo LF estuvo presente 85% en el tiempo de consumo.

Finalmente, para el resabio artificial solo el control normal presentó una proporción de dominio significativa a todas las demás muestras; estuvo presente durante todo el tiempo de consumo y fue el atributo que perduró al final de la evaluación. El control LFS, el prototipo LF y el prototipo LFS no mostraron una proporción de dominio significativa para el resabio

artificial, sin embargo, este atributo estuvo presente cerca del 75% del tiempo de consumo y mayoritariamente al final de la evaluación.

### **Dureza y cristales**

El prototipo bajo en grasa y azúcar fue la única muestra, de esta sección, que mostró una proporción de dominio significativa en el atributo de dureza (línea café para el prototipo LF, control normal y control LFS y línea naranja para el prototipo LFS), esta se observa durante los primeros 30 segundos de la evaluación. Mientras que los controles y el prototipo bajo en grasa no mostraron una proporción de dominio significativa, sin embargo, la curva de dominio de este atributo también se presenta en los primeros instantes de la evaluación.

En cuanto a los cristales (línea naranja para el prototipo LF, control normal y control LFS y línea amarilla para el prototipo LFS) únicamente el prototipo LFS mostró una proporción de dominio significativa, el cual estuvo presente un 32% de la evaluación y tuvo su mayor intensidad a la mitad de la misma. En el control normal y el prototipo reducido en grasa este atributo se presentó alrededor de un 20% del tiempo de consumo al inicio de la evaluación. Para el control reducido se mostró una curva de dominio al inicio de la evaluación en los primeros 40 segundos, sin embargo, se incrementa nuevamente a la mitad de la evaluación que se mantiene y disminuye al final de la evaluación.

### **Arenosidad**

Para las 4 muestras la arenosidad (línea amarilla para el prototipo LF, control normal y control LFS y línea rosa para el prototipo LFS) no mostró una proporción de dominio significativa. Sin embargo, las curvas muestran que la arenosidad aparece a partir de los 10 segundos iniciada la evaluación. En el control normal se mantuvo sin picos de variación hasta el segundo 70 aunque esta curva no rebasó el nivel de proporción. Para el control reducido, disminuyó en el tiempo 24 segundos para incrementar nuevamente a los 40 segundos y disminuir a los 80 s. En el caso del prototipo LF se presentan varios picos a lo largo del tiempo de consumo; el pico más grande se observa a los 16 s; el segundo a los 50 s, y el tercero a los 88 s. para finalmente disminuir en el último segundo de la evaluación y ser así de los atributos que más perduraron con respecto al tiempo. Por último, el prototipo LFS

presenta 2 picos en su curva de dominio. Para esta muestra la proporción de dominio sobrepasa la línea de nivel de proporción. El primer pico se presenta a los 60 s. y alcanza su máxima intensidad, mientras, que el segundo fue a los a los 96 s. para disminuir completamente después de dos minutos del comienzo de la evaluación.

### **Rapidez para fundirse**

Ninguna muestra mostró una proporción de dominio significativa en la rapidez para fundirse (línea rosa para el prototipo LF, control normal y control LFS y línea dorada para el prototipo LFS), cada curva se presentó a diferente tiempo de consumo y tuvo tendencias distintas. Para el control reducido se presentaron 2 picos, el primero y más intenso al segundo 25 de la evaluación, después hay un descenso y un pico mucho más pequeño que el primero a los 72 segundos. Para el control normal se presenta un solo pico a los 20 s. de la evaluación que no disminuye inmediatamente, sino que lo hace de manera gradual hasta desaparecer al minuto de la evaluación.

En cuanto al prototipo LF se mostró 1 pico de mayor intensidad y longitud a los 24 s. de la evaluación que se mantienen durante 16 segundos para finalmente disminuir. El prototipo LFS presenta varios picos en la curva de dominio, el primero es el más intenso, aunque no el más largo, ya que disminuye muy rápido con el tiempo. Los demás picos se presentan conforme la curva va disminuyendo con respecto al tiempo.

### **Sensación grasa**

Para la sensación grasa (línea dorada para el prototipo LF, control normal y control LFS y línea negra para el prototipo LFS) el prototipo LF presenta una proporción de dominio más intensa y larga que el prototipo LFS. Esta resalta del resto de los atributos ya que perdura durante 80 s. de la evaluación, estando su mayor proporción a los 78s. El prototipo LFS mostró una proporción más baja y corta que no es significativa; la curva de la sensación grasa presentó dos picos entre los segundos 58 y 72 de la evaluación y disminuyó al final de ésta. Mientras que los controles no mostraron una proporción de dominio significativa, sin embargo, se observa como uno de los atributos que más persiste al final de la evaluación.

## Espumoso y Denso

Ninguna muestra presentó una proporción de dominio significativa para espumoso (línea negra para el prototipo LF, control normal y control LFS y línea verde bandera para el prototipo LFS). Todas las muestras muestran una curva demasiado baja de un solo pico, que se presenta a la mitad de la evaluación.

De igual manera para denso (línea verde bandera para el prototipo LF, control normal y control LFS y línea rosa claro para el prototipo LFS) ninguna muestra mostró una proporción de dominio significativa, pero en este caso la curva es un poco más grande. El control LFS mostró una curva más intensa contra las demás muestras.

### 7.4.2 Muestras Comerciales Reducidas en carga calórica

En la figura 19 se observan las curvas de dominio para las muestras comerciales reducidas en carga calórica; Vital´ice y Deslice Cream.

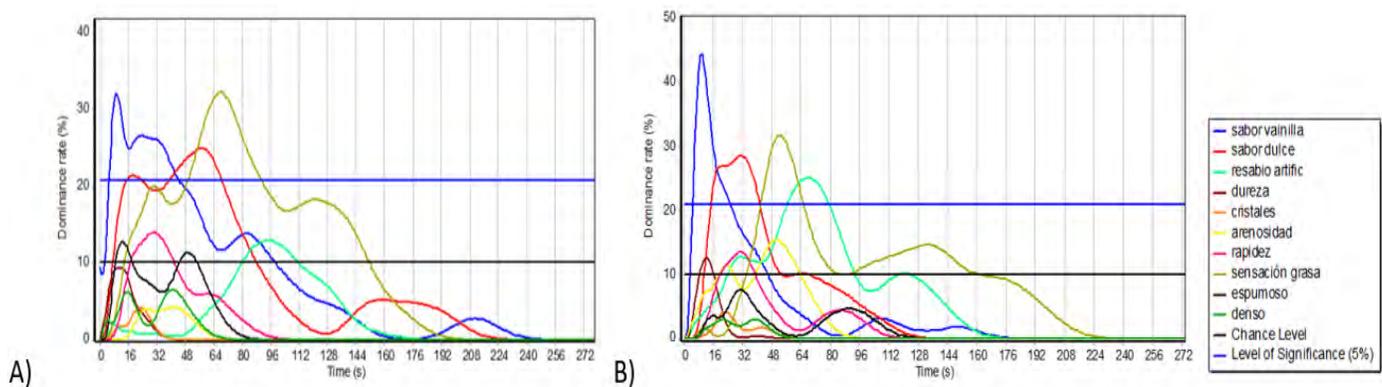


Figura 19. Curvas de dominio de las muestras comerciales reducidas: A) Deslice cream, B) Vital´ice.

### Sabor Vainilla, Sabor Dulce y Resabio Artificial

En el sabor vainilla (línea azul) la muestra Vital´ice presenta una proporción de dominio significativa más grande pero más corta que la muestra Deslice cream. Se observa solo un pico al inicio de la evaluación y disminuye progresivamente, hasta que desaparece casi al final del tiempo de consumo. La muestra Deslice mostró una curva más amplia que perdura durante 40 s. también al inicio de la evaluación.

En cuanto al sabor dulce (color rojo) la muestra Vital´ice mostró una proporción de dominio más grande que la muestra Deslice; la curva muestra su mayor punto entre el tiempo 16 y 32 segundos manteniendo la misma longitud. Mientras que la muestra Deslice presentó dos picos, el primero muy pequeño a los 16 s. y el segundo más intenso a entre los 48 s. y 64 s. la curva disminuye hasta al final de la evaluación siendo uno de los atributos que más perdura durante la evaluación.

Finalmente, para el resabio artificial (línea verde) la muestra Vital´ice mostró una proporción de dominio significativa. Esta se presenta desde los primeros 10 s. de la evaluación, pero incrementa hasta llegar a su máximo punto a los 56 s; manteniéndose durante un 10% del tiempo de consumo, después disminuir casi a final de la evaluación. la muestra Deslice no mostró una proporción de dominio significativa, sin embargo, la curva que presenta inicia a un cuarto de la evaluación y se mantienen hasta el final de esta.

### **Dureza y Cristales**

Para la dureza (línea café) las muestras no presentaron una proporción de dominio significativa, la curva que ambas muestran es muy baja y se observa al inicio de la evaluación, disminuyendo en su totalidad a los 30 segundos del tiempo de consumo. Lo mismo ocurre con el atributo de cristales (línea anaranjada), el cual se observa que las curvas son aún más pequeñas que la dureza, lo que significa fue un atributo que pasó desapercibido durante la evaluación.

### **Arenosidad**

Las muestras comerciales reducidas no mostraron una proporción de dominio significativa en el atributo de arenosidad (línea amarilla). Para la muestra Vital´ice se observa una curva de dos picos: el primero, más pequeño al tiempo 40 s. y el segundo, un poco más intenso, a los 48 s. Mientras que para la muestra Deslice la curva se observa demasiado baja, en la cual hay una estabilidad de 30 segundos para después disminuir.

## **Rapidez para fundirse**

Las muestras no presentaron una proporción de dominio significativa para la rapidez para fundirse (línea rosa), sin embargo, sus curvas se observan después de los 10 segundos de la evaluación, con un pico a los 30 s. para después disminuir en su totalidad pasados el minuto y medio en el tiempo de consumo.

## **Sensación grasa**

La muestra Deslice mostró una proporción de dominio más grande y larga que la muestra Vita´ice en la sensación grasa (línea dorada). Ambas fueron significativas. La curva para Deslice permanece durante toda la evaluación, pero su intensidad es mayor después del primero minuto, la cual perdura alrededor de 40 segundos para finalmente disminuir al tiempo 3 min de la evaluación, siendo uno de los atributos más persistentes de esta muestra. En el caso de la muestra Vita´ice se observan dos picos en la curva de dominio, el primero más intenso a los 50 s. la cual solo se mantiene por unos instantes, posteriormente el segundo pico se observa al tiempo 90 s. pero se mantiene durante por 70 s más, lo que significa que fue persistente a lo largo de la evaluación, de ahí disminuye, pero se observa como el atributo más constante al final.

## **Espumoso y Denso**

Al igual que en las muestras pasadas lo espumoso (línea negra) no mostró una proporción de dominio significativa para ninguna de las muestras. Para la muestra Vita´ice se observan dos picos pequeños, al tiempo 32 y 90 s. del tiempo de consumo. Mientras que para Deslice también se observan dos picos, pero más grandes, los cuales sí sobrepasan la línea de nivel de proporción. Ambos en el primero minuto de evaluación. El primero a los 10 s. y el segundo a los 48 s.

En cuanto al atributo denso (línea verde bandera) tampoco se mostraron proporciones de dominio significativas. Para la muestra Vita´ice se muestra una muy ligera curva al inicio de la evaluación y para Deslice se observan dos pequeños picos a los tiempos 16 y 40 s. del tiempo de consumo.

### 7.4.3 Muestras Comerciales Completas

En las figuras 20 y 21 se muestran las curvas de dominio de las muestras comerciales con composición completa.

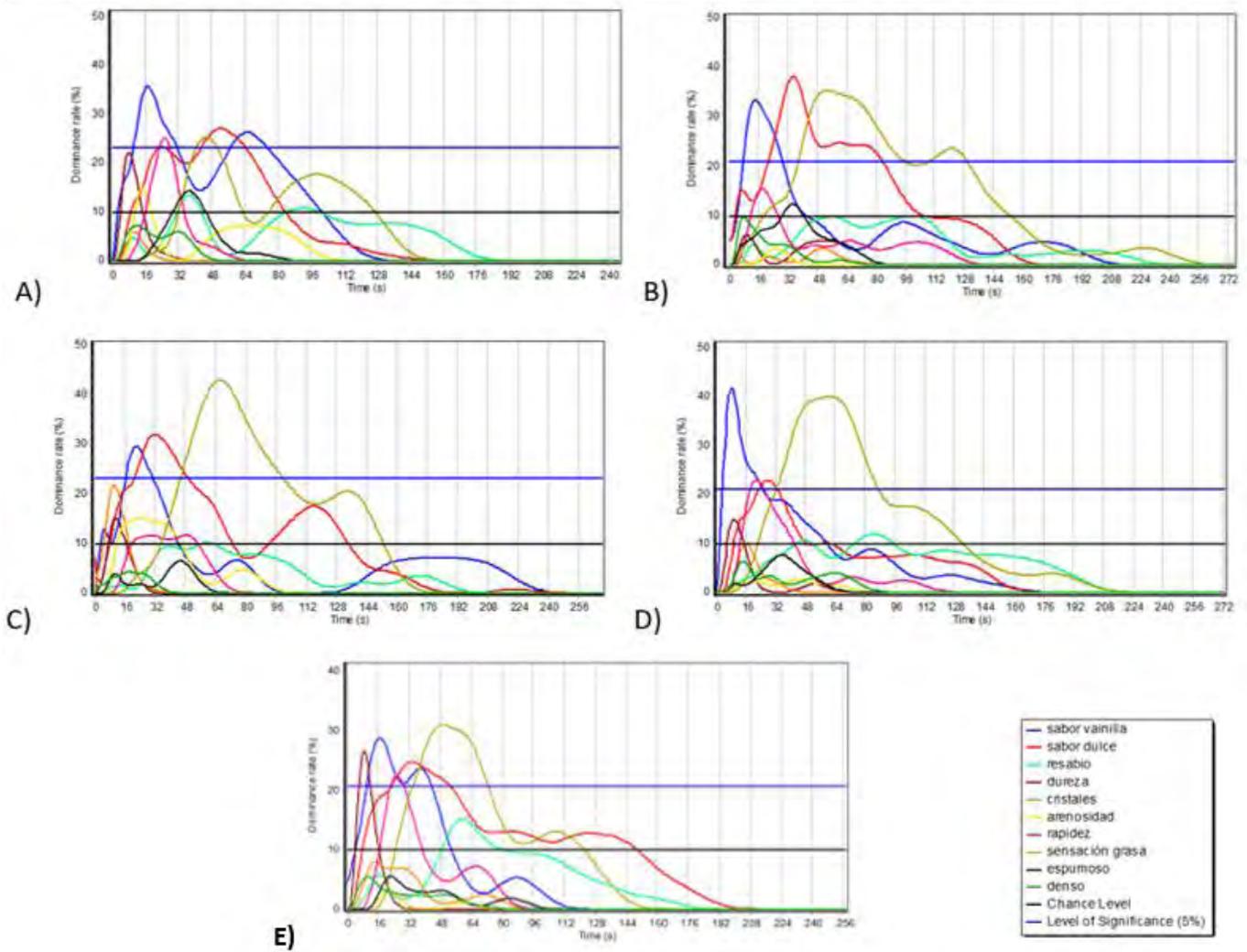


Figura 20. Curva de dominio de las muestras comerciales A) Santa Clara, B) Michoacana, C) Valley Foods, D) Nestlé y E) Precissimo.

En la segunda imagen se presentan las muestras comerciales de composición completa faltantes.

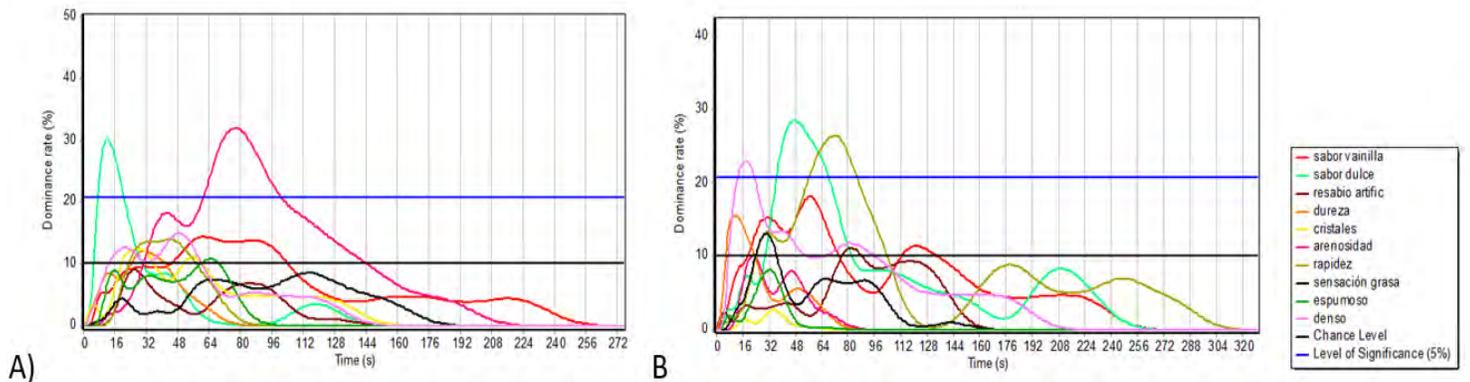


Figura 21. Curva de dominio para las muestras comerciales A) Häagen-Dazs y B) Holanda.

### Sabor Vainilla, Sabor Dulce y Resabio Artificial

La muestra Nestlé tiene la proporción de dominio más grande pero no más larga en el sabor vainilla (línea azul para Santa Clara, Michoacana, Valley Foods, Nestlé y Precissimo y línea roja para Häagen-Dazs y Holanda) que todas las demás muestras comerciales. A excepción de Häagen-Dazs y Holanda las demás muestras presentaron una proporción de dominio significativa para este atributo. La muestra Santa Clara presenta dos picos en su curva, el primero más intenso al inicio de la evaluación y el segundo a la mitad de esta, las cuales duraron casi un 25% del tiempo de consumo. La muestra Michoacana fue la que tuvo el descenso más rápido en cuanto a la proporción de dominio, aunque se mantuvo en niveles bajo hasta el final de la evaluación. Todas las muestras presentaron una persistencia de este atributo alrededor de un 70% del tiempo de consumo.

En cuanto al sabor dulce (línea roja para Santa Clara, Michoacana, Valley Foods, Nestlé y Precissimo y línea verde para Häagen-Dazs y Holanda), la muestra Michoacana mostró la proporción de dominio más grande y larga que todas las muestras; la cual perduró por casi 60 s. En todas las muestras la proporción de dominio fue significativa. La muestra Nestlé tuvo la proporción de dominio más pequeña. En todas las muestras a excepción de Precissimo, el sabor dulce permaneció desde el inicio del tiempo de consumo hasta el final, siendo uno de los atributos que perduraba en el paladar por más tiempo. En la muestra Precissimo, este atributo se mantuvo predominante al final de la evaluación, siendo el único atributo percibido durante los últimos 25 segundos del tiempo de consumo.

Finalmente, para el resabio artificial (línea verde para Santa Clara, Michoacana, Valley Foods, Nestlé y Precissimo y línea café para Häagen-Dazs y Holanda) ninguna muestra tuvo una curva por arriba de la línea del nivel de significancia. Nestlé y Häagen-Dazs fueron las muestras que presentaron la proporción de dominio más baja y corta de todas las muestras.

Para las demás muestras la curva de resabio se presentó, al menos, a partir del segundo 30 del tiempo de consumo y se mantuvo hasta el final de la evaluación. Santa Clara fue la muestra que más perduro el resabio artificial.

### **Dureza y Cristales**

En la dureza (línea café para Santa Clara, Michoacana, Valley Foods, Nestlé y Precissimo y línea anaranjada para Häagen-Dazs y Holanda) la muestra Precissimo fue la única que mostró una proporción de dominio significativa de las demás muestras; esta perduró por 4 s. al inicio de la evaluación y después disminuyó. Aunque las demás muestras presentaron una proporción de dominio éstas no fueron significativas, sin embargo, en todos los casos se puede observar que comienza desde el tiempo cero de la evaluación y desaparece máximo al primer minuto del tiempo de consumo. La Michoacana fue la muestra que tuvo la proporción más baja y corta de todas las muestras en la dureza.

Para el atributo de cristales (línea anaranjada para Santa Clara, Michoacana, Valley Foods, Nestlé y Precissimo y línea amarilla para Häagen-Dazs y Holanda) ninguna muestra mostró una proporción de dominio significativa, estas estuvieron por debajo de este límite. La muestra que tuvo la proporción más alta fue Valley Foods aunque fue más corta con respecto a Precissimo que fue la segunda más larga y esta perduro durante un 45% del tiempo de consumo. Las muestras Häagen-Dazs, Holanda y Michoacana mostraron las curvas de dominio más pequeñas y cortas de todas las muestras, siendo irrelevante este atributo.

### **Arenosidad**

En la arenosidad (línea amarilla para Santa Clara, Michoacana, Valley Foods, Nestlé y Precissimo y línea rosa para Häagen-Dazs y Holanda) únicamente Häagen-Dazs mostró una proporción de dominio significativa, la cual apareció a los 62 segundos de la evaluación y perduró durante los siguientes 33 segundos. Para las demás muestras; a excepción de Valley

Foods y Santa Clara, las muestras tuvieron una proporción de dominio apenas perceptible al inicio del tiempo de consumo y esta desapareció antes del primero minuto de la evaluación. Para Valley Foods se presentó la máxima intensidad a los 16 s. la cual perduró durante los siguientes 35 s. y disminuyó hasta el tiempo de consumo 100 segundos. Mientras que Santa Clara se mostraron dos picos, el primero más grande con duración de 8 s. y el segundo más pequeño, pero más largo a los 48 s. con duración de 40 s.

### **Rapidez para fundirse**

Para la rapidez para fundirse (línea rosa para Santa Clara, Michoacana, Valley Foods, Nestlé y Precissimo y línea dorada para Häagen-Dazs y Holanda) Holanda fue la muestra que presentó la curva más larga y prolongada con una duración de 32 segundo y salió a los 56 s. comenzada la evaluación. Estuvo por encima de Santa Clara, Precissimo y Nestlé que apenas presentaron una proporción de dominio muy pequeña y significativa. Para estas tres muestras se tuvo una duración promedio de 8 segundos y las cuales se presentaron entre los 16 y 24 segundos de la evaluación. Häagen-Dazs, Michoacana y Valley Foods no mostraron una proporción de dominio significativa, aunque las curvas de estas muestras se dieron después de 10 s. y terminaron a la mitad de tiempo de consumo.

### **Sensación grasa**

Valley Foods mostró la proporción de dominio más grande en cuanto a la sensación grasa (línea dorada para Santa Clara, Michoacana, Valley Foods, Nestlé y Precissimo y línea negra para Häagen-Dazs y Holanda) pero no la más duradera a las muestras Michoacana, Santa Clara, Nestlé y Precissimo. A excepción de Häagen-Dazs y Holanda todas mostraron una proporción de dominio significativa. La muestra que tuvo la persistencia de sensación grasa fue la Michoacana ya que se observaron dos picos, el primero más intenso y amplio que el segundo; y se conservó como el atributo más persistente al final de la evaluación. Las curvas de dominio se observan en su mayor punto a la mitad de la evaluación y persisten así hasta el final del tiempo de consumo.

## **Espumoso y Denso**

Ninguna muestra mostró una proporción de dominio significativa para el atributo espumoso (línea negra para Santa Clara, Michoacana, Valley Foods, Nestlé y Precissimo y línea verde bandera para Häagen-Dazs y Holanda). Aunque en todas se observa una curva de dominio es menor que el límite de nivel de proporción, solo en el caso de Santa Clara sobrepasa esta línea. Todas las curvas presentaron su máxima intensidad entre el intervalo de tiempo 20 – 35 s. y disminuyeron después de un minuto comenzada la evaluación.

En el atributo denso (línea verde bandera para Santa Clara, Michoacana, Valley Foods, Nestlé y Precissimo y línea rosa claro para Häagen-Dazs y Holanda) solamente Holanda mostró una proporción de dominio significativa, esta se presentó a los 14 segundos de la evaluación y duró 10 segundos. Para las demás muestras este fue un atributo que resultó menos dominante en la evaluación; estuvo por debajo del nivel de proporción y se percibió a los 10 s. del tiempo de consumo para desaparecer después de 20 a 30 segundos.

### **7.5 Evaluación de la metodología T-CATA**

Concluidas las pruebas de la metodología TDS y como última parte del proyecto se llevó a cabo las pruebas en la metodología T-CATA. Al igual que en el TDS, se hicieron pruebas antes de llevar la sesión con los jueces entrenados para fijar los parámetros de la sesión.

Los atributos evaluados en esta prueba fueron los mismos que en la metodología TDS: Dureza, Cristales, Arenosidad, Rapidez para fundirse, Sensación grasa, Espumoso y Denso en la categoría de Textura, Sabor Vainilla, Sabor Dulce y Resabio Artificial para la categoría de sabor y resabio. Este fue el orden en que aparecieron los atributos en la pantalla del cuestionario.

Los resultados que se obtuvieron para cada muestra se representaron mediante gráficas de líneas, curvas de proporción, que son similares en apariencia e interpretación a las curvas de TDS. La proporción de citas de cada atributo se calculó como la proporción de juicios para los que se seleccionó para describir una muestra en un momento dado de la evaluación (Ares, et al, 2015).

Para cada muestra se presentan dos gráficos, la primera del lado izquierdo, las curvas de T-CATA muestran la proporción de citas para cada atributo en cada momento de la evaluación (Nguyen, et al, 2018). Mientras que la del lado derecho muestra únicamente los atributos que presentaron diferencia significativa a un nivel de significancia del 5%.

Las figuras 22, 23 y 24 representan las muestras con reducción de carga calórica, tanto para muestras experimentales como muestras comerciales.

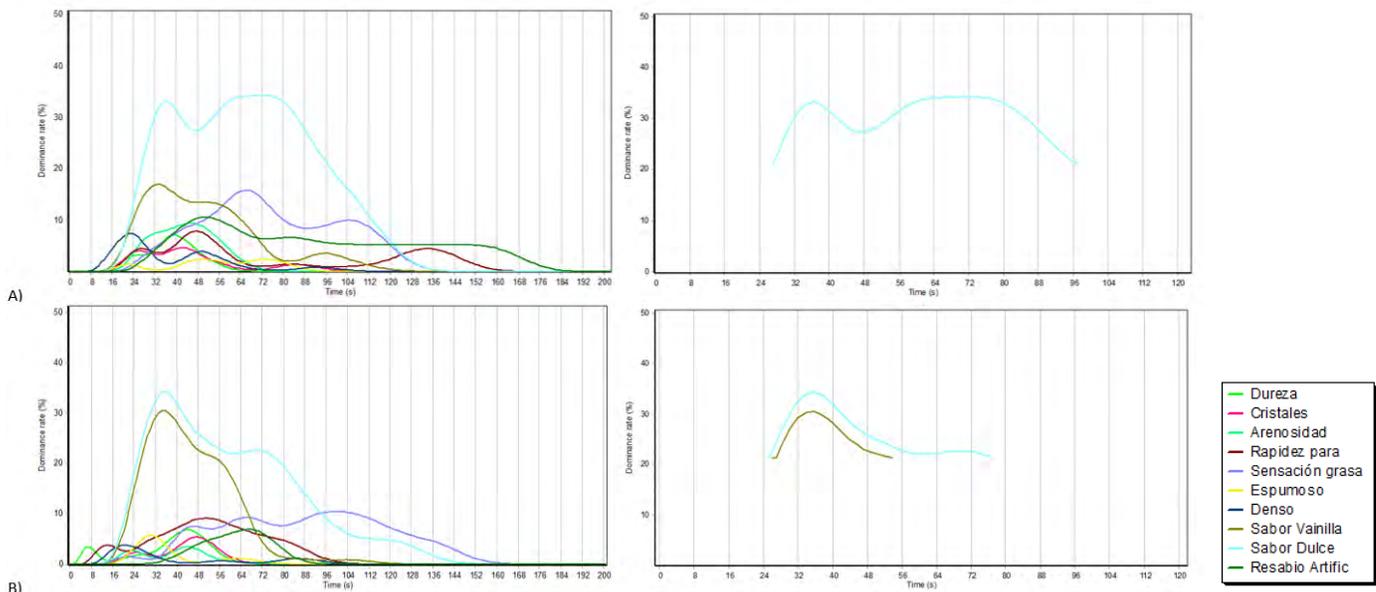


Figura 22. Curvas de T-CATA para las muestras experimentales A) Prototipo LF B) prototipo LFS.

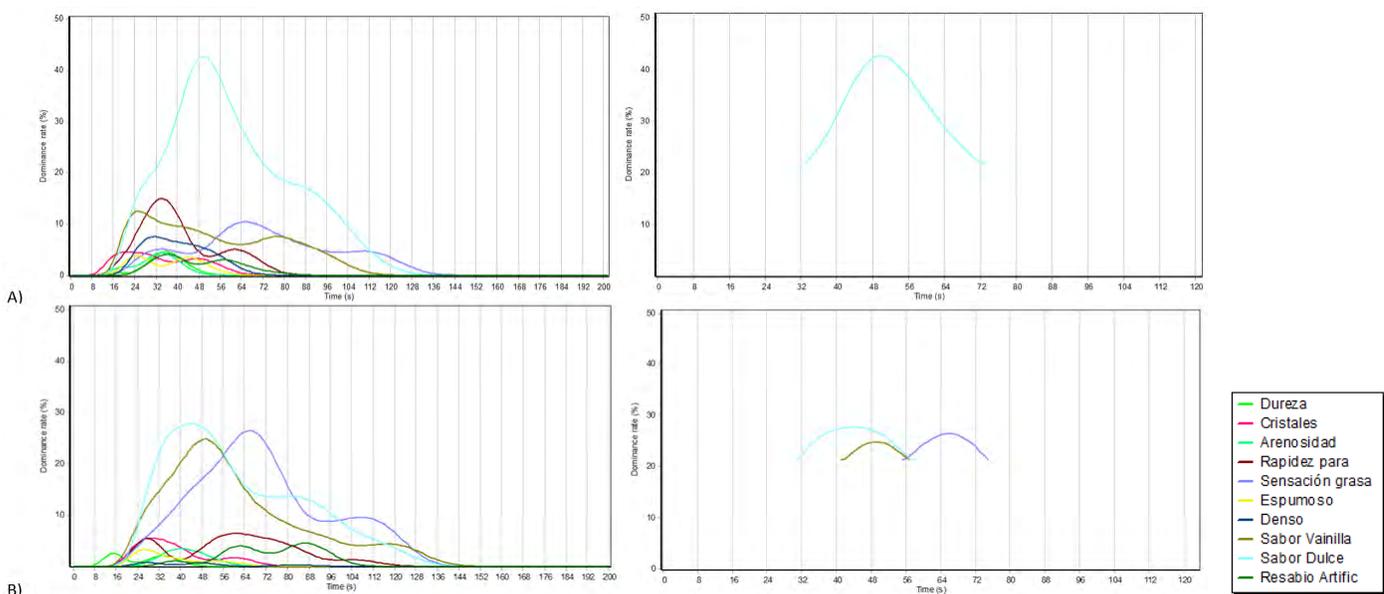


Figura 23. Curvas de T-CATA para las muestras experimentales A) Control LFS, B) Control Normal

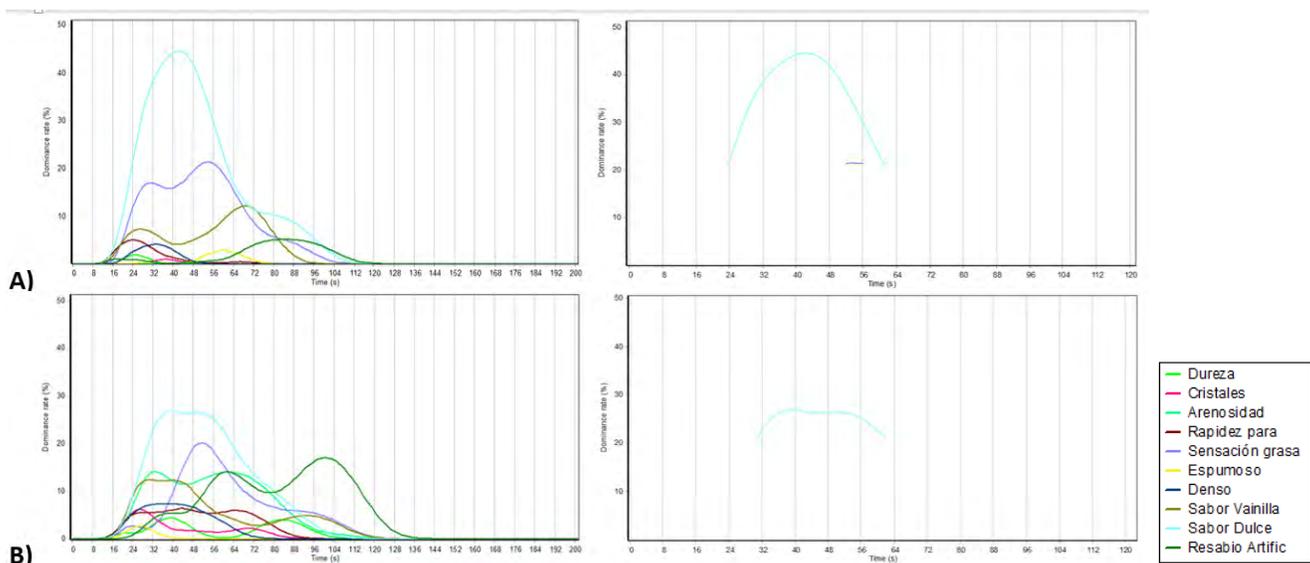


Figura 24. Curvas de T-CATA para las muestras comerciales A) Deslice cream, B) Vital'ice.

El control reducido mostró solo un atributo significativo en su curva, este fue el sabor dulce el cual perduró por 40 s. entre el tiempo 32 s. a 72 s. Mientras que el control normal mostró 3 atributos, aunque con menos duración que el control reducido; estos fueron: el sabor dulce el cual perduró por 24s; el sabor vainilla por casi 16 s. y la sensación grasa durante 18s.

El prototipo bajo en grasa mostró un atributo con significancia, este fue el sabor dulce el cual perduró durante 55% del tiempo de consumo. Por su parte el prototipo bajo en grasa y azúcar mostró el sabor vainilla y el sabor dulce como atributos significativos con 30 y 52s. respectivamente.

Las muestras comerciales reducidas, Deslice cream y Vital'ice mostraron significancia en el sabor dulce. Para Deslice se observa también una pequeña diferencia en sensación grasa, el cual duró entre el tiempo 50s. a 56s. en esta muestra el sabor dulce perduró con mayor intensidad y por más tiempo que la muestra Vital'ice, el cual fue durante 39s.

La figura 25 muestra las curvas de T-CATA de las primeras 3 muestras comerciales de composición completa: Häagen-Dazs, Holanda, Michoacana.

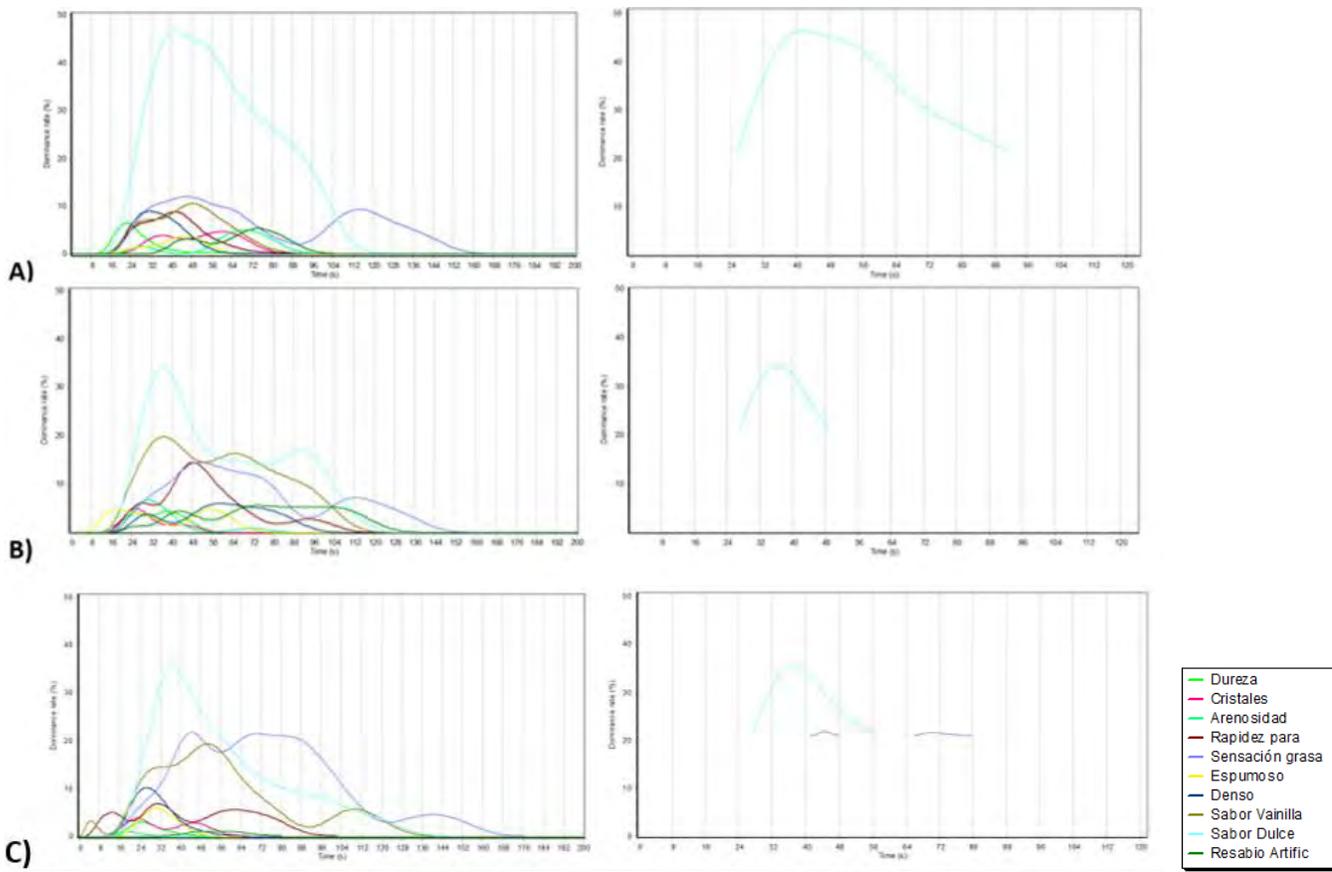


Figura 25. Curvas de T-CATA para las muestras comerciales A) Häagen-Dazs, B) Holanda y C) Michoacana.

Las figuras 26 y 27 muestran las curvas de T-CATA de las muestras comerciales restantes, las cuales son: Nestlé, Precissimo, Santa Clara y Valley Foods.

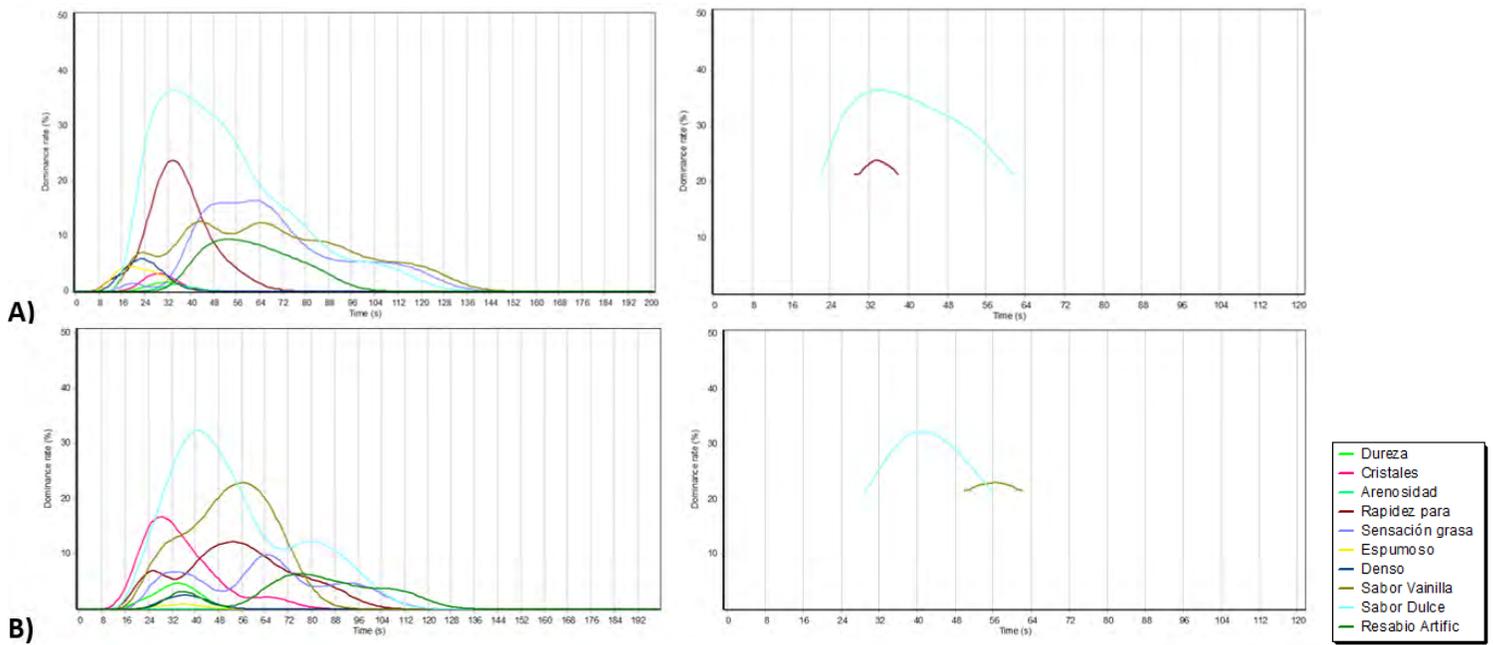


Figura 26. Curvas de T-CATA para las muestras comerciales A) Nestlé, B) Precissimo.

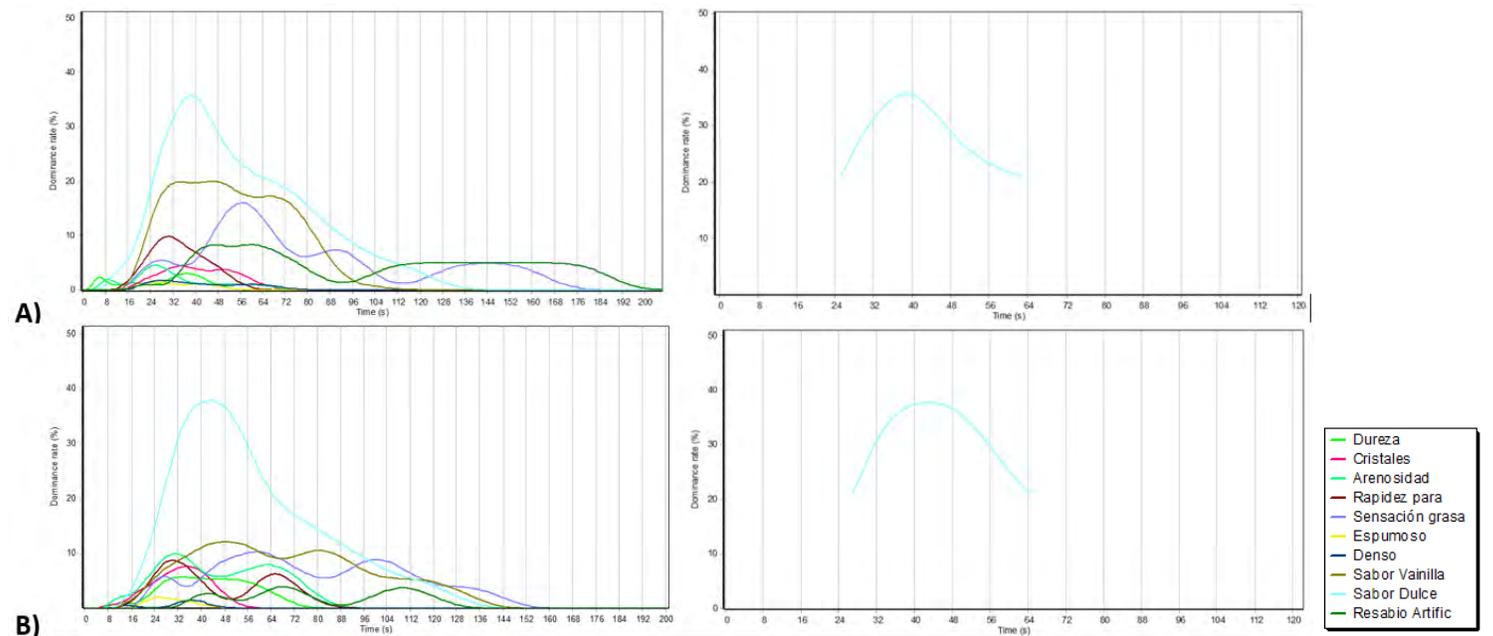


Figura 27. Curvas de T-CATA para las muestras comerciales A) Santa Clara, B) Valley Foods.

En el sabor dulce, la muestra Häagen-Dazs fue la que mostró una significancia mayor y durante más tiempo que las muestras Holanda, Michoacana y Nestlé. Este fue durante el 40% del tiempo de consumo entre el tiempo 24 s. a 90 s. Para la muestra Holanda el tiempo que perduró el sabor dulce fue de 22 s. Por otro lado, para la muestra Michoacana el sabor

dulce permaneció por 30 s. entre el tiempo 26 s. a 56 s. además, mostró dos líneas de significancia para la sensación grasa, la primera y más pequeña duró 8 s. y la segunda más perdurable duró 15s.

Finalmente, la muestra Nestlé mostró la segunda curva más intensa en el sabor dulce la cual prevaleció por 40 s. con una proporción casi del 40%. Además, se presenta una pequeña línea para el atributo de rapidez para fundirse el cual prevaleció por 8 s. entre el tiempo de consumo de 30 s. a 38 s.

La muestra Valley Foods mostró la proporción significativa más intensa y larga en el sabor dulce que las demás muestras. Este fue por 40 s. y con una proporción casi al 40%. Para la muestra Precissimo se observaron dos curvas de significancia, el sabor dulce y el sabor vainilla los cuales duraron 24 s. y 12 s. respectivamente con una proporción de 35% para el sabor dulce y de casi 23% para el sabor vainilla. Finalmente, la muestra Santa Clara mostró solo un atributo significativo, sabor dulce el cual perduró por casi 40 segundos con una cita de proporción alrededor del 40%.

En diferentes estudios previos (Jaeger, et al, 2017; Ares, et al, 2015; Nguyen, et al, 2018) se utilizó como análisis de datos el software R, el cual arrojó como parámetros para las curvas de T-CATA la proporción de mención (citation proportion 0-1) vs tiempo y ya que en este trabajo experimental todos los resultados fueron analizados con el software FIZZ Calculations, los parámetros equivalentes son la razón de dominio (Dominance rate %) vs el tiempo.

## **8. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **8.1 Perfil sensorial**

En la tabla 31 se muestra de manera resumida los resultados del análisis de componentes principales y los atributos que caracterizan cada muestra.

Tabla 31. Atributos que caracterizan cada muestra.

<b>Muestra</b>	<b>Principal (es) atributo (s)</b>	<b>Atributo (s) con intensidad media</b>	<b>Atributo (s) con intensidad baja</b>
Prototipo LF	Sabor salado	Presencia de cristales	Brillo, porosidad, arenosidad, espumoso, viscosidad, cremosidad, sensación grasa, rapidez para fundirse, denso, gomosidad, olor caramelo y sabor caramelo
Prototipo LFS	Presencia de cristales, dureza, cristales y sabor salado	Brillo y porosidad.	Olor caramelo y sabor caramelo
Control Normal	Color y olor vainilla.	Olor caramelo y sabor caramelo.	Cremoso, arenosidad, espumoso, viscosidad, cremosidad, sensación grasa, rapidez para fundirse, denso y gomosidad.
Control Reducido	Color		Cremoso, arenosidad, espumoso, viscosidad, cremosidad, sensación grasa, rapidez para fundirse, denso, gomosidad, sabor dulce, sabor vainilla y resabio artificial.
Deslice Cream	Olor vainilla.	Cremoso, olor caramelo y sabor caramelo.	Cristales y dureza.
Vital´ice	Olor vainilla.	Olor caramelo y sabor caramelo.	Presencia de cristales, brillo, porosidad, cristales y dureza.
Holanda	Porosidad, denso, resabio artificial	Presencia de cristales, rapidez para fundirse, sabor vainilla y olor vainilla	
Häagen-Dazs	Espumoso y sabor leche.		Color, brillo, cristales, arenosidad y sabor vainilla.
Michoacana	Color, viscosidad, sensación grasa	Brillo,	Cremosidad, gomosidad, denso, dureza
Nestlé	Cremoso, espumoso, sabor vainilla y olor vainilla.		Presencia de cristales, porosidad, cristales, arenosidad,
Precissimo	Rapidez para fundirse, sabor vainilla y olor vainilla.		Color, brillo, sensación grasa,
Santa Clara	Espumoso,	Resabio artificial, sabor salado y sabor dulce.	Color, brillo, cristales, arenosidad y olor caramelo
Valley Foods	Presencia de cristales, arenosidad, cristales	Porosidad,	

Al analizar los atributos que caracterizan todas las muestras se puede observar que hubo una pequeña diferencia entre las muestras con composición habitual y las reducidas en carga calórica ya que las muestras reducidas resaltaron por los atributos relacionados con la presencia de cristales tanto en la apariencia como en la textura, esto se observó, en mayor proporción, en los prototipos reducidos y en las muestras comerciales pero no en los controles, esto es debido a la reducción de grasa en la composición. Como bien lo explica Granizo (1999), los glóbulos de grasa son una barrera mecánica para el crecimiento de los cristales de hielo. El hielo crece debido a que los cristales gradualmente se van fusionando para minimizar su energía interfacial, es decir, los pequeños cristales de hielo que ya están presentes se unen al agua libre de la superficie creando cristales más grandes, los glóbulos de grasa reducen la detección sensorial de los cristales, mediante la lubricación de la superficie de la lengua, lo que significa que si el glóbulo de grasa es más grande que los cristales de hielo estos no se percibirán tanto en la textura del helado. La presencia de cristales también se ha explicado por el tipo de estabilizante utilizado para la elaboración de los prototipos, esto es debido a que los estabilizadores presentan dos funciones, la primera es impedir la formación de cristales de gran tamaño (Rorhing, 2014). Así mismo, las muestras reducidas mostraron una baja intensidad en los principales atributos para la textura que están relacionados con la grasa como lo son la cremosidad, viscosidad, sensación grasa, denso y rapidez para fundirse (Granizo, 1999).

Otra característica que sobresalió en las muestras reducidas que no presentaron las de composición completa, a excepción de la muestra Precissimo, es el olor a vainilla. El cual también es explicado por la reducción de grasa ya que al tener menor cantidad de grasa se liberan mayores compuestos aromáticos hidrofóbicos, estos son más solubles en aceite que en agua (Ayed, et al. 2017)

Los controles experimentales se caracterizaron por tener un color amarillo claro, mientras muestras comerciales como por ejemplo la marca Michoacana evaluada presentó un amarillo canario intenso. Y esto es debido a la adición de colorante que se hizo en la preparación (Angulo, 2013).

Se observó que la dureza, que caracterizó al prototipo LFS y en menor intensidad a las muestras comerciales Vital'ice y Deslice cream, fue mayor en las muestras con menor contenido de grasa que aquellas con más grasa; ya que el prototipo contiene fructanos de agave, los cuales son utilizados como ingrediente alimentario por sus beneficios como prebiótico, fibra dietética y por sus funciones tecnológicas como estabilizante ya que tienen la capacidad de retener agua así evitando la formación de cristales, además de su poder edulcorante (Espinosa, et al, 2012). A estos mismos resultados llegaron Gel-Nagar y colaboradores (2002), quienes demostraron que la adición de inulina al 7% y 9% incrementó la dureza del helado de yogurt.

Finalmente, los prototipos LF y LFS se caracterizaron por el sabor salado, mismo que solo se presentó en estas muestras específicamente; ya que estos tienen como ingrediente suero de leche, el cual contiene grandes cantidades de sales (Walstra, 2001). El sabor salado también se presentó en la bebida desarrollada a base de lactosuero por investigadores de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, los cuales explican, de la misma manera, que es debido a la gran cantidad de sales que contiene (Romero, L; 2017) Este fenómeno se observa mayormente en la leche en polvo como lo demostró Chávez, et al, (1999), en su estudio acerca del análisis del contenido mineral en la leche entera en polvo.

En cuanto a las muestras con composición habitual se observó que estas no presentan un patrón similar en los atributos, sino que cada una se caracteriza por diferentes atributos y esto es debido a la composición en los ingredientes y calidad de cada una, aunque todas entran en la clasificación de muestras "completas o normales" tienen diferentes ingredientes en su elaboración.

La muestra Holanda se caracterizó por los atributos denso, resabio artificial y porosidad este último también lo mostró el helado Valley Foods como lo explica Rohring et al, (2014), este atributo está relacionado con la cantidad de aire incorporado durante la preparación del helado; al haber una mayor cantidad de aire, la burbuja de aire que se observa en la superficie será de un mayor tamaño.

Mientras que el resabio artificial se da por la utilización de edulcorantes (Duran, et al, 2013) el uso de estos edulcorantes solos o en combinaciones pueden producir sabores metálico y

amargo al final del consumo. Aunque para el caso de Holanda dentro de sus ingredientes no especifica el uso de edulcorantes, por lo que otra explicación de este atributo es el sabor amargo que se puede presentar como defecto en el helado debido al uso de leche o lácteos que fueron almacenados durante mucho tiempo a temperatura de refrigeración causando una proteólisis (Fritz, et al, 1989).

Los atributos de viscosidad, sensación grasa, cremosidad están relacionados con la cantidad de grasa y azúcar añadida en la elaboración del helado. Específicamente estos tres atributos caracterizan la muestra comercial Michoacana, que además se vio muy diferencia de las demás por su intenso color amarillo. Ya que la composición de esta muestra no está identificada por ser una marca pequeña e independiente no se puede saber con certeza cuales son las razones por las que fue característica de estos atributos, sin embargo, se ha reportado que los sólidos grasos y los no grasos, mejoran la textura del helado al ligar agua. Los sólidos no grasos contribuyen muy poco al sabor y aumentan la viscosidad y la resistencia al derretimiento. También sugiere que los azúcares resaltan la cremosidad, bajan el punto de congelación de la mezcla al aumentar la viscosidad y los sólidos totales. Por lo que estos atributos están relacionados directamente entre sí (Revilla, 1996).

La muestra Häagen-Dazs, por su parte, fue la única que presenta como atributo característico el sabor a leche, y esto se puede deber a que dentro de sus ingredientes tiene un gran porcentaje de sólidos lácteos. No solo contiene la leche necesaria para su elaboración, sino que como ingrediente principal contiene crema de leche, además de que la grasa es aportada directamente de la leche y no grasa vegetal como el resto de las muestras comerciales.

La rapidez para fundirse o tiempo de derretimiento que presentaron las muestras Holanda y Precissimo, al revisar la lista de ingredientes se observó que estas dos muestras son similares en cuanto a contenido graso e ingredientes. Li, et al, (1997); reportó que los helados con alto contenido total de sólidos lácteos (39%) se derritieron más rápido que aquellos con menor cantidad de sólidos totales y lo relacionaron con el efecto de los sólidos disueltos en el punto de congelación; a la misma conclusión llegaron Gel-Nagar y colaboradores (2002) en su estudio del efecto de la inulina en helado. Rohring (2014), por su parte concluyó que la cantidad de aire en el helado también tiene un efecto en este atributo. Los helados que son de menor calidad tienden a incorporar más aire en los helados para aumentar el volumen

y esta gran cantidad de aire provoca que se derrita más rápido que aquellos con menor cantidad de aire.

## 8.2 Metodología TDS

En la tabla 32 se muestra, de manera resumida, los atributos que tuvieron significancia en la metodología TDS para todas las muestras. En el tiempo de salida se especifica en que segundo de la evaluación salieron los atributos dominantes.

Tabla 32. Resultados sintetizados de la prueba de TDS para todas las muestras.

<b>Muestra</b>	<b>Atributos predominantes</b>	<b>Tiempo de salida (s)</b>	<b>Duración (s)</b>	<b>Razón de dominio (%)</b>
Prototipo LF	Sabor vainilla, sabor dulce y sensación grasa.	18, 13 y 27, 44.	6, 6 y 28.	23, 22, 28.
Prototipo LFS	Sabor vainilla, dureza y cristales	4, 20 y 48.	32, 10 y 64.	16, 5 y 32.
Control Normal	Sabor vainilla, sabor dulce y resabio artificial.	6, 12 y 24.	6, 5 y 22.	25, 23, 23.
Control Reducido	Sabor vainilla y sabor dulce.	10 y 21.	8 y 24.	28, 33.
Deslice Cream	Sabor vainilla, sabor dulce y sensación grasa.	4, 15 y 48.	42, 26 y 48.	32, 25, 33.
Vitalíce	Sabor vainilla, sabor dulce, sensación grasa y resabio artificial.	5, 16, 41 y 56.	20, 24, 22 y 24.	45, 38, 33, 25.
Holanda	Sabor dulce, rapidez para fundirse y denso.	32, 56 y 13.	32, 28 y 12	28, 26, 23
Häagen-Dazs	Sabor dulce y arenosidad.	8, 62	15, 34	30, 32.
Michoacana	Sabor vainilla, sabor dulce y sensación grasa.	7, 20, 36 y 110.	22, 61 y 75.	34, 38, 36.
Nestlé	Sabor vainilla, sabor dulce, rapidez para fundirse y sensación grasa.	3, 24, 18 y 32.	20, 8, 7 y 55.	42, 23, 23, 40.
Precissimo	Sabor vainilla, sabor dulce, dureza, rapidez para fundirse, sensación grasa.	10, 24, 6, 23 y 34.	33, 26, 6, 6 y 38.	29, 25, 26, 22, 31.
Santa Clara	Sabor vainilla, sabor dulce, rapidez para fundirse y sensación grasa.	10 y 56, 42, 24, 40.	38, 17, 4 y 10.	36, 27, 25, 25.5.
Valley Foods	Sabor vainilla, sabor dulce y sensación grasa.	16, 20 y 46.	16. 26 y 47.	30, 32, 44.

Se observa que para todas las muestras el sabor dulce fue un atributo que sobrepasó el nivel de significancia y se percibió al inicio de la evaluación. Otro atributo que estuvo presente por arriba de la línea de nivel de significancia para la mayoría de las muestras fue el sabor vainilla, el cual se presentó desde los 2 s, hasta los 20 s. en el tiempo de salida, mientras que el sabor dulce salió como atributo dominante unos momentos más tarde en la evaluación, desde los 8 s. hasta los 45 s. Esto es debido al azúcar añadido en la formulación ya que es uno de los componentes básicos del helado; su función principal es impartir el sabor dulce. Además, debido a las interacciones entre las moléculas de hidratos de carbono con los sitios receptores de las papilas gustativas que se localizan principalmente en la lengua provocan la percepción del gusto dulce (Martínez, et al, 2002)

Al analizar la sensación grasa en las muestras se observó que no hay diferencias entre las muestras reducidas y las de composición completa. Las muestras: prototipo LF, prototipo LFS, Deslice, Vitalíce, Holanda, Häagen-Dazs, Michoacana, Nestlé, Precissimo, Santa Clara y Valley Foods, presentaron sensación grasa al final del tiempo de consumo, el cual va desde los 10 s. de duración hasta los 75 s. Clarke, (2012), clasifica la sensación grasa o “mouth coating” como un atributo percibido en las últimas etapas del consumo. Esta es una medida de cómo el helado que se derrite cubre el interior de la boca o justo después de tragarlo. También mencionó que la sensación grasa está relacionada con la fracción de volumen de matriz, estabilizador y contenido de grasa.

En su explicación Boatella y colaboradores (2004), llegaron a esa misma conclusión al describir que una de las principales contribuciones de las grasas en la parte sensorial de los alimentos es el “poder lubricante” donde la sensación bucal que producen los alimentos depende de la temperatura, sensaciones táctiles y de textura. Y con relación a este último factor, el poder lubricante de las grasas contribuye de forma notable al desarrollo de aquella sensación bucal. Esta propiedad depende del grado de insaturación de los ácidos grasos, de la distribución de estos en los acilgliceroles y del grado de isomerización (geométrica) y está directamente relacionada con el punto de fusión.

Se observó que el atributo rapidez para fundirse, fue un atributo dominante en más muestras comparado con las veces que este atributo fue característico para una muestra en el perfil

sensorial. Apareció en el análisis de TDS como atributo dominante en las muestras Holanda, Nestlé, Precissimo y Santa Clara, todas ellas helados comerciales con composición completa

Finalmente, el resabio artificial, estuvo presente solo en las muestras reducidas en carga calórica. Como se mencionó anteriormente este atributo se debe a la presencia de edulcorantes que pueden dar sabores metálicos o amargos al final del consumo o debido a defectos que se presentan en las muestras así como un almacenamiento prolongado a temperatura de congelación por lo que el envase y la muestra si se encuentra expuesta puede adquirir olores y sabores extraños conocidos como a “refrigerador” (Fritz, et al, 1989; Duran, et al, 2013).

Las demás muestras, control normal, control reducido, Holanda, Vital´ice, Nestlé. Santa Clara y Valley Foods mantienen está misma tendencia, ya que presentaron los mismos atributos dominantes en similares tiempos de consumo.

### **8.3 Metodología T-CATA**

En la tabla 33 se muestran los resultados resumidos de la prueba T-CATA, en la tabla se muestran los atributos que aplican para describir cada muestra en cada momento de la evaluación.

Tabla 33. Resultados sintetizados en la metodología T-CATA.

<b>Muestra</b>	<b>Atributos significativos</b>	<b>Tiempo de salida (s)</b>	<b>Duración (s)</b>	<b>Razón de proporción (%)</b>
Prototipo LF	Sabor dulce	27.	70.	35.
Prototipo LFS	Sabor vainilla, sabor dulce.	26, 25.	28, 52.	31, 35.
Control Normal	Sabor vainilla, sabor dulce, sensación grasa.	41, 30, 55.	16, 26, 19.	25, 28, 26.
Control Reducido	Sabor dulce.	32.	40.	43.
Deslice Cream	Sabor dulce, sensación grasa.	23, 51.	38. 5.	45, 22.
Vital´ice	Sabor dulce.	30.	32.	27.
Holanda	Sabor dulce.	27.	22.	35.
Häagen-Dazs	Sabor dulce	24.	67.	47.
Michoacana	Sabor dulce, sensación grasa.	26, 41. y 66.	30, 21.	36, 22.
Nestlé	Sabor dulce, rapidez para fundirse.	22, 29.	40, 10.	37, 25.
Precissimo	Sabor vainilla, sabor dulce.	28, 49.	28. 14.	33, 23.
Santa Clara	Sabor dulce.	24.	39.	37.
Valley Foods	Sabor dulce.	27.	38.	38.

Los atributos y valores que se presentan en la tabla fueron obtenidos del lado derecho de las figuras 22 a 27, que muestran únicamente los atributos que resultaron significativos. De la misma manera que en la tabla anterior, en esta se presenta el segundo exacto en que sale cada atributo que fue significativo durante la evaluación.

En la tabla se mostraron únicamente 4 atributos que caracterizaron las muestras y que tuvieron significancia: sabor vainilla, sabor dulce, sensación grasa y rapidez para fundirse, los cuales se presentaron en diferentes proporciones y duraciones.

Se observa que no hay diferencia entre las muestras reducidas y las muestras con composición completa con respecto a los atributos que las caracterizaron y que tuvieron significancia. En todas las muestras se presentó el sabor dulce como atributo significativo, el cual duro entre los 22 s. y los 70 s. en el tiempo de consumo con una razón de proporción que va del 23% al 47%.

El sabor vainilla se presentó también en muestras reducidas y muestras completas, las muestras fueron: prototipo LFS, control normal y Precissimo. Únicamente la muestra Nestlé presentó la rapidez para fundirse como un atributo característico significativo el cual apenas alcanzó una duración de 10 s. por una razón de proporción del 25%. Mientras, que las muestras Control Normal, Deslice cream y Michoacana mostraron la sensación grasa como atributo característico significativo. que se presentó durante los segundos 19, 5 y 21 respectivamente, con una razón de proporción de 26%, 22%, y 22%.

Para el análisis se realizó una comparación entre las tablas: 31, 32 y 33 las cuales mostraron los resultados obtenidos en las metodologías PCA, TDS y T-CATA, para tener la caracterización completa de cada muestra.

Las muestras reducidas en carga calórica: prototipo bajo en grasa, control reducido y Vital´ice y las muestras con composición completa: Holanda, Häagen-Dazs, Santa Clara y Valley Foods presentaron el mismo atributo significativo: sabor dulce el cual salió entre el tiempo 24 s. a 30 s. del tiempo de consumo.

Las metodologías TDS y T-CATA son pruebas dinámicas sensoriales que han sido estudiadas, por diferentes autores, individualmente de manera conjunta para conocer sus ventajas o diferencias entre cada (Di Monaco, et al, 2014; Ares, et al, 2016; Ares, et al, 2015; Jaeger, et al, 2017; Pineu, et al, 2012; Nguyen, et al, 2018).

Las diferencias principales que se observan entre estas metodologías radican en el número de atributos seleccionados en cada momento de la evaluación. Para TDS se debe

seleccionar solo un atributo predominante, mientras que en T-CATA se pueden seleccionar todos los atributos que describan la muestra en cada momento de la evaluación.

Al comparar las tablas 32 y 33 se observa que no todos los atributos que fueron marcados como atributos predominantes en TDS fueron atributos significativos para T-CATA. En el caso que estos atributos sí coincidan para algunas muestras, se observa que la duración en el tiempo de consumo no fue la misma. También se observa que hubo más atributos dominantes, para cada muestra, en la metodología TDS que atributos significativos para T-CATA. Tomando como ejemplo la muestra Michoacana, los atributos dominantes fueron sabor vainilla, sabor dulce y sensación grasa con una duración de 22 s, 61 s. y 75 s. respectivamente para TDS mientras que en T-CATA los atributos significativos fueron solo sabor dulce y sensación grasa con una duración de 30 s. y 21 s. respectivamente. Esto muestra que como atributos dominantes tuvieron un mayor impacto en la percepción de los jueces que como atributos que describen la muestra. Al mostrar solo dos atributos en T-CATA no significa que los jueces solo discriminaron estos atributos de la lista de 10 presentada, sino que estos tuvieron la suficiente citación para ser considerados significativos del resto.

Lo mismo ocurrió para el prototipo LF donde los atributos dominantes para TDS fueron sabor vainilla, sabor dulce y sensación grasa con una duración de 6 s. 6 s. y 28 s. respectivamente mientras que en T-CATA solamente el sabor dulce fue un atributo significativo con una duración mucho mayor de 70 s.

Otra muestra que tiene un claro ejemplo de esta tendencia fue la muestra comercial Santa Clara ya que para la metodología TDS presentó el sabor vainilla, sabor dulce, rapidez para fundirse y sensación grasa como atributos dominantes mientras que para T-CATA solamente el sabor dulce, el cual coincide en ambas metodologías, fue atributo significativo y la duración entre ellos también es diferente.

En diferentes estudios se encontró que TDS y T-CATA muestran resultados similares lo que también concuerda con esta investigación. (Ares, et al, 2015; Ares, et al, 2016). Significativamente los atributos que se usaron más frecuentemente en TCATA también fueron denominados como atributos dominantes para TDS, lo que sugiere que los atributos

que más llamaron la atención para ser marcados como dominantes también son relevantes para describir las muestras. En los mismos estudios se encontró que TCATA muestra resultados detalladamente más significativos que en TDS, este problema es debido a diferentes explicaciones: la primera se debe en el procedimiento de cada método, ya que en TCATA se pueden seleccionar varios atributos simultáneamente mientras que en TDS solo se permite seleccionar al atributo dominante en cada momento de la evaluación. Y la segunda se debe al criterio que cada juez toma como la definición de “dominante” y se pueda manejar de diferentes maneras, Labbe, et al (2009), define dominante como la sensación más intensa, mientras que Pineau, et al, (2009), como la sensación más llamativa que no necesariamente es la más intensa.

En este estudio se llegó a un análisis diferente ya que para TDS se mostraron resultados más detallados de cada atributo dominante, así como la intensidad que presenta cada uno y el momento en que este disminuye o desaparece de la percepción de los jueces. De acuerdo con la metodología seguida y la bibliografía consultada lo que sugiere que los jueces, al tener ya un entrenamiento previo para la prueba de los perfiles sensoriales que involucró entrenamiento con estándares, calibración y reentrenamiento en diferentes pruebas, tenían un mejor entendimiento de los atributos y como medirlos, así como la misma definición de atributo dominante.

Otra posible causa fue debido a la presentación de los atributos en el cuestionario, ya que en TDS se mostraron en dos partes, separando los atributos de sabor por un lado y los de textura por otro, esto con el fin de que se concentraran de manera independiente y poder tomar más muestra entre cada uno. Sin embargo, para TCATA se mostraron todos los atributos de manera simultánea en una sola pantalla de esta manera podían seleccionar todos los atributos que consideraran relevantes para describir la muestra en cada tiempo de consumo. Lo que ocasionó que para los jueces evaluaran con menor atención los 10 atributos al mismo tiempo que de manera separada. Ares, et al, (2015), sugiere que TDS parece ser el método más apropiado cuando la pregunta de investigación requiere la identificación de los atributos que captan la atención de los jueces en cada momento de la evaluación.

## 9. CONCLUSIONES

Solamente de las muestras experimentales los prototipos reducidos LFS y LF presentaron sabor salado como un atributo principal en su perfil sensorial debido a los ácidos grasos, caseína y sales minerales que se encuentran presentes en el suero de leche. Estas muestras también fueron características por la presencia de cristales, tanto en la apariencia como en la textura, al igual que las muestras comerciales Valley Foods y en menor intensidad Holanda, esto está relacionado con la cantidad de agua libre que se encuentran en las muestras, por la disminución de los glóbulos de grasa.

Las muestras Holanda y Santa Clara fueron caracterizadas por el resabio artificial, con mayor intensidad Holanda que Santa Clara, éste no fue debido a la presencia de edulcorantes en su lista de ingredientes, sino como un defecto en el helado causado por un almacenamiento prolongado en refrigeración que pudo causar una proteólisis en la leche, ocasionando el sabor amargo al final del consumo.

En general, las muestras comerciales habituales fueron caracterizadas por los atributos: espumoso, denso, porosidad, cremosidad, sabor vainilla y olor vainilla. Aunque cada una tuvo un perfil distinto a la otra, es decir, no hubo dos muestras que fueran similares en cuanto a los atributos e intensidad de estos. Cada una presentó un perfil sensorial diferente. Por otro lado, las muestras comerciales reducidas sí presentaron características semejantes entre ellas. Compartieron los atributos; olor a vainilla, olor a caramelo y sabor caramelo, en intensidades similares, sin embargo, su diferencia radica en los demás atributos y en la medida que estos presentan su intensidad.

En la metodología TDS todas las muestras comerciales, experimentales, habituales y reducidas presentaron el sabor vainilla como un atributo dominante significativo, por lo que este no se considera un atributo que marque diferencia entre las muestras. Un comportamiento similar lo presentó la sensación grasa, ya que también fue marcado como atributo dominante en 11 muestras, aunque se diferenció por el porcentaje de razón de proporción y el tiempo de consumo que fue marcado como dominante. En este caso la muestra Michoacana fue la tuvo la mayor duración con 70 s. Se observó que en todas las

muestras la sensación grasa fue un atributo que salió al final de la evaluación y se caracterizó por ser el último atributo en percibirse.

El resabio artificial no fue exclusivo de las muestras reducidas, también se presentó en muestras habituales, tanto experimentales como comerciales: las muestras que tuvieron este atributo como dominante significativo fueron: Control normal, Vital'ice, Deslice cream y Holanda. Este atributo también se presentó al final del tiempo de consumo y fue uno de los últimos en desaparecer.

Se observó una mayor similitud entre los atributos dominantes de las muestras, éstas se distinguen por duración, momento en el que aparecen en el tiempo de consumo y la razón de proporción.

Esta metodología permitió caracterizar cada muestra de acuerdo con los atributos que más sobresalen en cada momento de la evaluación, así como la persistencia de estos, es decir, poder cuantificar el tiempo en que ya no se percibe ninguna sensación.

Para TCATA se mostraron menos atributos significativos que describen cada muestra que los atributos dominantes en TDS. Todas las muestras fueron caracterizadas por el sabor dulce. Lo que significa que el sabor dulce siempre fue un atributo que describe a los helados, tengan una composición habitual o reducida y se da después de iniciar la sesión, sin embargo, desaparece rápidamente, no es un sabor que permanezca durante el tiempo.

Los atributos que se mostraron como significativos en las curvas de TCATA, además del sabor dulce, fueron: sabor vainilla, sensación grasa y rapidez para fundirse.

Se encontró que en este estudio TDS mostró resultados más detallados que TCATA cuando se aplicó un método dinámico. Lo que se debió a la buena discriminación de los atributos que se evaluaron, a que los jueces estaban previamente entrenados para llevar a cabo la evaluación descriptiva de los helados. En ambas metodologías se usaron los mismos atributos con las mismas definiciones, la diferencia fue la definición de atributo dominante, como se ha explicado en la bibliografía esta es una desventaja en la metodología TDS sin embargo por los resultados presentados en el estudio, se muestra que hubo una homologación con todos los jueces para su evaluación.

Los jueces pudieron concentrarse más cuando los atributos estaban separados por secciones y se les permitía tomar un poco más de muestra para continuar con la evaluación, que cuando debían evaluarlos todos a la vez y solo podían tomar una cuchara de muestra a la vez.

Los prototipos presentaron similitudes en cuanto a los atributos de sabor que las muestras comerciales lo que puede tener una buena aceptación entre los consumidores, con un sabor redondeado a vainilla, lácteo y ligero caramelo. Las modificaciones que deben tenerse en cuenta es el ligero sabor salado que se presenta y las características de textura, modificando la concentración de los componentes. Una vez hechos los cambios y tener los diferentes prototipos se debe realizar una prueba afectiva para conocer la aceptación del consumidor teniendo una muestra control comercial y comparar el gusto con una escala hedónica de 9 puntos para conocer las diferencias y preferencias en el helado de vainilla.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Akbari, M; Eskandari, M. H; Niakosari, M; Bedeltavana, A. (2016). The effect of inulin on the physicochemical properties and sensory attributes of low-fat ice cream. *International Dairy Journal*, 57: 52 – 55.
2. Andrade, F. (2018). Quieren elevar el consumo de helado. VLEX, Reforma-México, CDMX, 21 de febrero de 2018.
3. Angulo, S. M., (2013). Helados artesanales: estrategias de calidad y mercadotecnia para su venta. Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM. México.
4. Ares, G; Jaeger, S; Antúnez, L; Vidal, L; Giménez, A; Coste, B; Picallo, A; Castura, J. C. (2015). Comparison of TCATA and TDS for dynamic sensory characterization of food products. *Food Research International*. 78: 148 – 158.
5. Ares, G; Alcaire, F; Antúnez, L; Vidal, L; Giménez, A; Castura, J. C. (2016). Identification of drivers of (dis) liking based on dynamic sensory profiles: Comparison of Temporal

Dominance of Sensations and Temporal Check-all-that-apply. *Food Research International*, 92: 79 – 87.

6. Ayed, C. Martins, S; Williamson, A. M; Guichard, E. (2017). Understanding fat, proteins and saliva impact on aroma release from flavoured ice cream. *Food Chemistry*.
7. Boatella, J; Codony, R; López, P. (2004). *Química y bioquímica de los Alimentos II*. Publicacions i Edicions. Universitat de Barcelona. Pp. 22 – 24.
8. Borgognone, M; Bussi, J; Hough, G. (2001) Principal component analysis in sensory analysis: covariance or correlation matrix? *Food Quality and Preference*, 12: 323 – 326.
9. Cartier R., Rytz A, Lecomte A., Poblete F., Krystlik J., Belin E. & Martin N. (2006). Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. *Food Quality and Preference* 17: 562–571.
10. Cenzano, I., (2003). *Helados: elaboración, análisis y control de calidad*. AMV Ediciones, Pp. 31 - 36.
11. Chacón-Villalobos, A; Pineda-Castro, M. L; Jiménez-Goebel, C. (2016). Características fisicoquímicas y sensoriales de helados de leche caprina y bovina con grasa vegetal. *Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agronómicas*. Vol. 27, número 1.
12. Chávez, M; Páez, R; Sabbag, N; Costa, S; Taverna M; Negri, L. (1999). Análisis del contenido mineral y evaluación sensorial de leche entera en polvo de diferente procedencia. *Instituto de Tecnología de Alimentos. Facultad de Ingeniería Química. UNL*.
13. Clarke, C. (2004). *The Science of Ice Cream*. Royal Society of Chemistry, Cambridge.
14. Clarke, C. (2012). *The Science of ice cream*. Unilever, Colworth Science Park, Bedford, UK. 2<sup>nd</sup> edition. Pp. 142, 175.
15. Cuatzo, L. (2004). *Implementación de un Plan para la Evaluación Sensorial de un Aceite de Soya*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

16. Dehlholm, C; Brockhoff, P. B; Meinert, L; Aaslyng, M. D; Bredie, W. L. P. (2012) Rapid descriptive sensory methods – Comparison of Free Multiple Sorting, Partial Napping, Napping, Flash Profiling and conventional profiling. *Food Quality and Preference* 26: 267 – 277.
17. Di Monaco, R; Su, C; Masi, P. Cavella S. (2014). Temporal Dominance of Sensations: A review. *Trends in Food Science & Technology* 38: 104 – 112,
18. Duizer, L. M, Bloom, K; Findlay, C.J. (1997). Dual attribute time- intensity sensory evaluation: a new method for temporal measurement of sensory perceptions. *Food Quality and Preference* 8(4): 261 – 269.
19. Durán, S; Córdón, K; Rodríguez, M. P. (2013). Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. *Revista chilena de nutrición*. Vol. 40, no 3: 309 – 314.
20. Espinosa, A; Urias-Silvas, J. E. (2012). Thermal properties of agave fructans (Agave tequilana Weber var, Azul). *Carbohydrate Polymers*. 87: 2671 – 2676.
21. Fritz, T; Hirsing, I; Buchner, H; Lips, P; Geyer, J. (1989). Fabricación de helados. Editoria Acribia S.A. Zaragoza España. Pp. 227 – 239.
22. Gacula, M. C. (1997). Descriptive Sensory Analysis Methods. In: *Descriptive Sensory Analysis in Practice*, (Ed.), Food & Nutrition Press, Inc.; pp 5-13.
23. Gel-Nagar, Clowes, G; Tudorica, C. M; Kuri, V; Brennan C. S. (2002) Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*, 55, no. 2: 89 – 93.
24. Gooch, A., (2004). The chemistry behind Ice cream, Chicago Tribune, Pp. 25.
25. Granizo, D. P. (1999) Evaluación sensorial, nutricional y de costos de helado elaborado con “Simplese” como reemplazante de grasa láctea. Tesis de Licenciatura. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

26. Hernández, E. A. (2005). Evaluación Sensorial, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Bogotá, pp 30.
27. Ibañez M. F., Barcina A. Y., (2001). Análisis Sensorial de los Alimentos: Métodos y Aplicaciones. Editorial Springer-Verlag Ibérica, pp. 4.
28. Iñigo O. N. J. (2013). Evaluación del perfil sensorial de bebidas lácteas fermentadas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.
29. International Organization for Standardization, ISO 8586:2012. Sensory Analysis. General guidelines for selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.
30. Jack, F. R; Piggot, J. R; Paterson, A. (1994) Analysis of textural changes in hard cheese during mastication by progressive profiling. *Journal of Food Science*, 59: 539 – 543.
31. Jaeger, S; Alcaire, F; Hunter, D. C; Jin, D. Castura, J. C; Ares, G. (2017). Number of terms to use in temporal check-all-that-apply studies (TCATA and TCATA Fading) for sensory product characterization by consumers. *Food Quality and Preference*. 64: 154 – 159.
32. Johnson, D. (2000). Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Thomson. Editorial, S. A. Ediciones Paraninfo. México. Pp. 215 – 217.
33. Labbe, D; Schlich, P; Pineau, N; Gilbert, F; Martin, N. (2009). Temporal dominance of sensations and sensory profiling: A comparative study. *Food Quality and Preference*. 20: 216 – 221.
34. Le Reverend, F. M; Hidrio, C; Fernandes, A; Aubry, V. (2008). Comparison between temporal dominance of sensations and time intensity results. *Food Quality and Preference*, 19: 174 – 178.
35. Li, Z; Marshall, R; Heymann, H; Fernando, L. (1997). Effect of milk fat content on flavour perception of vanilla ice cream. *Journal of Dairy Science*. 80: 3133 – 3141.

36. Marshall, T; Goff, D; Hartel, W. (2003). Ice Cream, Gaithersburgh: Aspen Publishers: 119 – 148.
37. Martínez, O. L; Roman, M. O. (2002). Teoría sensorial y molecular del sabor dulce. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia, Medellín. Vol. 9 no. 1.
38. Meilgaard M, Civille G, Carr T. (1999). Sensory evaluation techniques. CRC Press. Florida, USA, pp 387.
39. Methven, L; Rahelu, K; Economou, N; Kinneavy, L; Ladbrooke-Davis, L; Kennedy, O. B. (2010). The effect of consumption volume on profile and liking of oral nutritional supplements of varied sweetness: sequential profiling and boredom tests. Food Quality and Preference, 21: 948 – 955.
40. Moussaoui K. A. & Varela P. (2010). Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. Food Quality and Preference Journal; 21: 1088–1099.
41. Nguyen, Q. C; Naes, T; Varela, P. (2018) When the choice of the temporal method does make a difference: TCATA. TDS and TDS by modality for characterizing semi-solid foods. Food Quality and Preference, 66: 95 – 106.
42. Norma Oficial Mexicana NOM-036-SSA1-1993, Bienes y Servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados. Especificaciones sanitarias.
43. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) Obesity Update, 2017. Disponible en: [http://oment.uanl.mx/descarga/obesity-update-2017\\_ocde.pdf](http://oment.uanl.mx/descarga/obesity-update-2017_ocde.pdf)
44. Pacheco, M. K; González, T. C; (2014). Perfil descriptivo sensorial de un concentrado proteico por la técnica de análisis cuantitativo-descriptivo en la fundación Ciepe, San Felipe,

Yaracuy. Universidad Centrooccidental "Lisandro Alvarado" Decanato de Agronomía.  
Programa de Ingeniería Agroindustrial, Revista ASA ISSN: 2343-6115. 63 – 84.

45. Pedrero, F. Panghorn, R., (2007). Evaluación sensorial de los alimentos: Métodos analíticos. Editorial Alhambra, pp. 25.
46. Piggot, J. R. (1994). Understanding flavor quality; difficult or impossible? Food Quality and Preference, 5: 167-171.
47. Pineau N; Schlich, P. (2015) Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods. Edi. Elsevier pp. 270.
48. Pineau, N; Goupil de Bouille, A; Lepage, M; Lenfant, F; Schlich, P; Martin, N. (2012). Temporal Dominance of sensations: What is a good attribute list? Food Quality and Preference, 26: 159 – 165.
49. Pineau, N; Schlich, P; Cordelle, S; Mathonniere, C; Issanchou, S; Imbert, A. (2009). Temporal Dominance of Sensations: construction of the TDS curves and comparison with Time-Intensity. Food Quality and Preference, 20: 450 – 455.
50. Soluciones Prácticas. (2009). Ficha técnica de elaboración de helados, Editorial Soluciones Prácticas 22, Pp. 5.
51. Revilla, A. (1996). Tecnología de la leche. Procesamiento, Manufactura y Análisis. Escuela Agrícola. Editorial Panamericana. Pp. 38 – 42.
52. Rivas H. C. (2104) *Desarrollo del perfil sensorial del pulque muestras; tradicionales y experimentales*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química, UNAM.
53. Rohrig, B., (2014). Hielo, Crema y Química, Chemmatters, pp. 5-10.
54. Romero, L. (2017) Bebida Nutritiva de Suero de Leche. Gaceta UNAM, Academia, 31 de julio 2017, no. 4890, pp. 2.

55. Salvage, B. (1992). El auge de la vainilla. *Industria Alimentaria*. 3: 49 – 50.
56. Sancho J; Botta E; de Castro J.J. (1999). *Introducción al análisis sensorial a los alimentos*. Editorial Universitaria. 1ra Edición. Barcelona, España. Pp (119).
57. Schuete, H. A., Francis, J, (1993). Ice cream, *Chemical Education* 10, Pp. 469.
58. Stone, H. & Sidel, J. L. (1993) *Sensory Evaluation Practices*. (Ed.), Academic Press, Inc., London; pp. 336.
59. Stone, H; Sidel, J; Bloomquist, j. (1980). Quantitative Descriptive Analysis. *Cereal Foods World* 25: 642-644.
60. Sudre, J; Pineau N; Loret, C; Martin, N. (2012). Comparison of methods to monitor liking of food during consumption. *Food Quality and Preference*, 24: 967 – 976.
61. Torricela, M. R., Zamora, U. E., Pulido, A. (2007). *Evaluación sensorial, aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria*. Editorial Universitaria, pp 137.
62. Valinova, T. M. (2008) *Análisis Sensorial Descriptivo Cuantitativo (QDA) aplicado al estudio del aroma de los vinos gallegos*. Rubes Editorial, pp. 1.
63. Varela, P; Pintor, A; Fiszman, S. (2013). How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream. *Food Hydrocolloids* 36: 2210 – 228.
64. Villarroel, L; Alvarez, J; Maldonado, D. (2003). *Aplicación del análisis de Componentes Principales en el desarrollo de productos*. Facultad de Ciencias y Tecnología.

## 11. ANEXOS

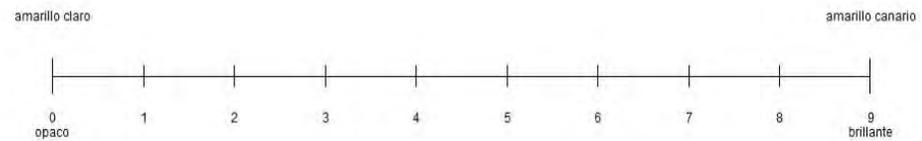
### Anexo 1. CUESTIONARIO PARA EVALUAR EL PERFIL SENSORIAL DEL HELADO DE VAINILLA

#### PERFIL MONÁDICO DE HELADO SABOR VAINILLA

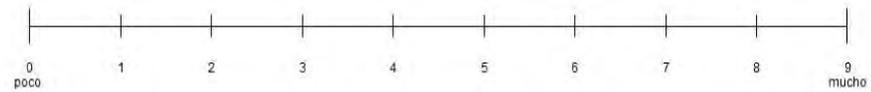
Instrucciones: Evalúa cada una de las muestras en las siguientes características sensoriales: aspecto, textura, olor, sabor y resabio. Enjuagate el paladar muy bien entre cada muestra. Apóyate de tu hoja de estándares para hacer una mejor evaluación.

#### ASPECTO

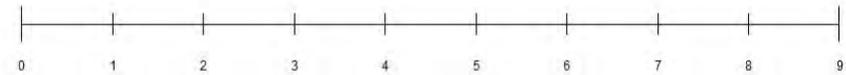
Color



Brillo



Presencia de Cristales



220

Página anterior

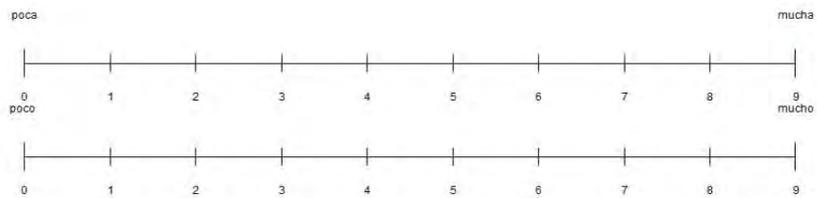
Página Siguiente

PERFIL MONÁDICO DE HELADO SABOR VAINILLA

ASPECTO

Porosidad

Cremoso



220

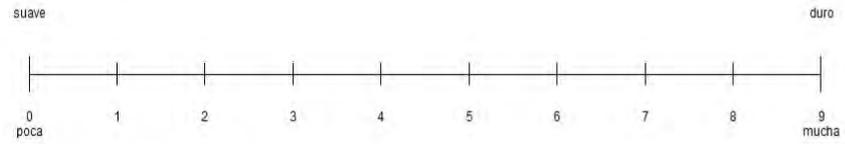
Página anterior

Página Siguiente

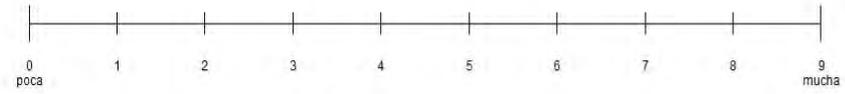
PERFIL MONÁDICO DE HELADO SABOR VAINILLA

TEXTURA

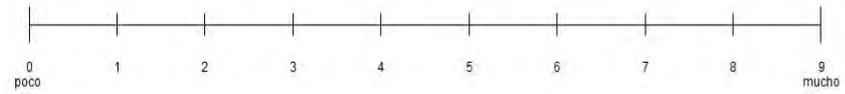
Dureza



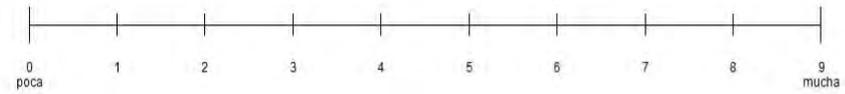
Viscosidad



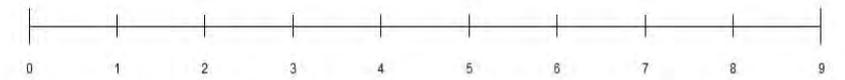
Cremosidad



Cristales



Arenosidad



220

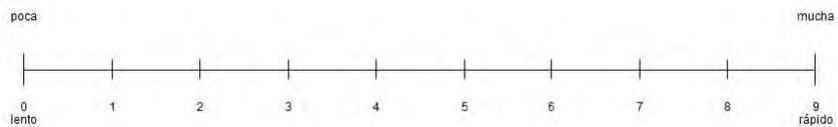
Página anterior

Página Siguiente

PERFIL MONÁDICO DE HELADO SABOR VAINILLA

TEXTURA

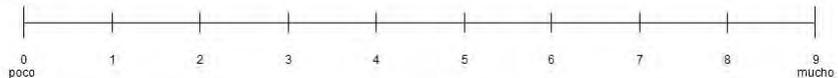
Gomosidad



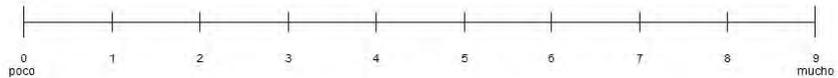
Rapidez para fundirse



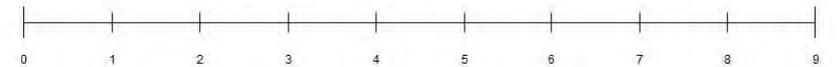
Sensación grasa



Espumoso



Denso



Página anterior

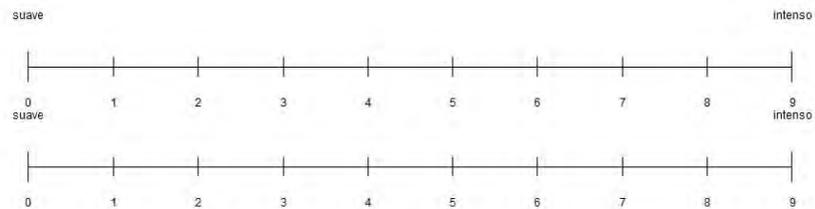
Página Siguiente

PERFIL MONÁDICO DE HELADO SABOR VAINILLA

OLOR

Vainilla

Caramelo



220

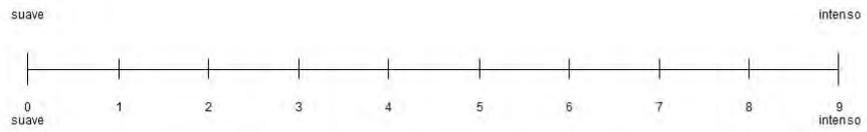
Página anterior

Página Siguiente

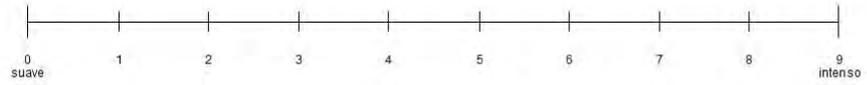
PERFIL MONÁDICO DE HELADO SABOR VAINILLA

SABOR

Vainilla



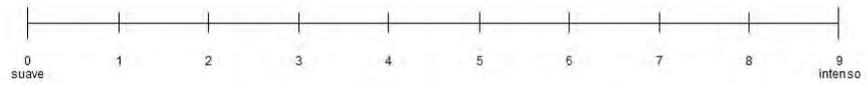
Dulce



Leche



Caramelo



Salado



220

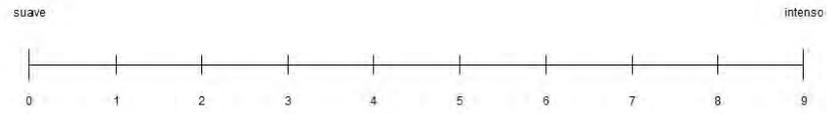
Página anterior

Página Siguiente

PERFIL MONÁDICO DE HELADO SABOR VAINILLA

RESABIO

Artificial



220

Página anterior

Página Siguiente

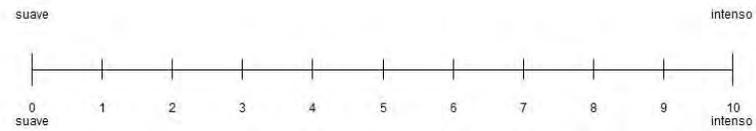
## ANEXO 2. CUESTIONARIO TDS

### PRUEBA DE DOMINIO TEMPORAL DE LAS SENSACIONES

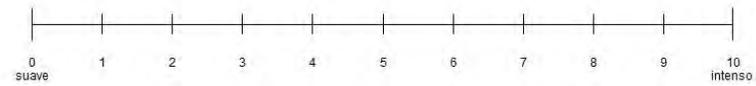
Instrucciones: Evalúa cada una de las muestras, marca el atributo PREDOMINANTE en cada momento del tiempo de consumo y la intensidad del mismo. La evaluación comienza al instante de meter la muestra a tu boca y termina cuando ya no percibas ninguna sensación.

#### SABOR

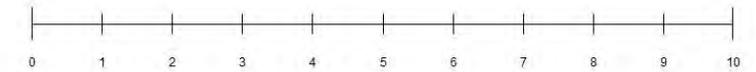
Sabor Vainilla



Sabor Dulce



Resabio Artificial



START

10:00

717

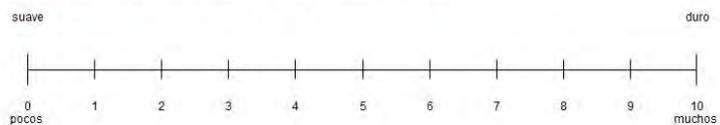
Página anterior

Página Siguiente

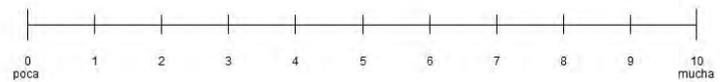
**TEXTURA**

**PRUEBA DE DOMINIO TEMPORAL DE LAS SENSACIONES**

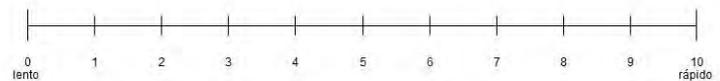
Dureza



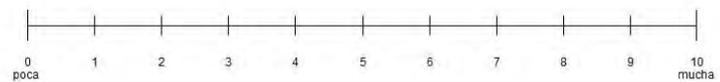
Cristales



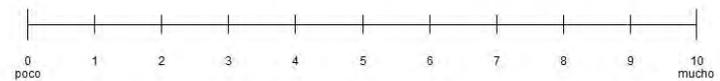
Arenosidad



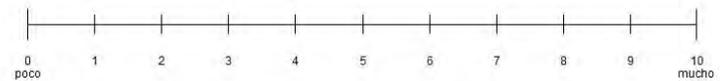
Rapidez para fundirse



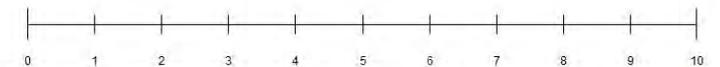
Sensación grasa



Espumoso



Denso



START

10:00

717

Página anterior

Página Siguiente

### ANEXO 3. CUESTIONARIO T-CATA

EVALUACIÓN DE TEMPORAL CHECK-ALL-THAT-APPLY

Dureza

--	--	--	--	--	--	--

Cristales

--	--	--	--	--	--	--

Arenosidad

--	--	--	--	--	--	--

Rapidez para fundirse

--	--	--	--	--	--	--

Sensación grasa

--	--	--	--	--	--	--

Espumoso

--	--	--	--	--	--	--

Denso

--	--	--	--	--	--	--

Sabor Vainilla

--	--	--	--	--	--	--

Sabor Dulce

--	--	--	--	--	--	--

Resabio artificial

--	--	--	--	--	--	--

START

05:00

490

Página anterior

Página Siguiente