

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**TITULACIÓN POR EXAMEN PROFESIONAL**

**Trabajo Monográfico:**

**“LA CRISTALIZACIÓN COMO DEFECTO EN LOS HELADOS  
DE CREMA”**

**Presentado por:**

**NORKA DIONISIA ALZAMORA PINAO**

Lima – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**TITULACIÓN POR EXAMEN PROFESIONAL**

**Trabajo Monográfico:**

**“LA CRISTALIZACIÓN COMO DEFECTO EN LOS HELADOS DE CREMA”**

**Presentado por:**

**NORKA DIONISIA ALZAMORA PINAO**

**Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:**

---

**M. Sc. Walter Francisco Salas Valerio**

**PRESIDENTE**

---

**Mg. Sc. Fanny Ludeña Urquiza**

**MIEMBRO**

---

**Dra. Ana Aguilar Galvez**

**MIEMBRO**

---

**Ing. Silvia Melissa García Torres**

**TUTOR**

Lima – Perú

2018

# ÍNDICE

## RESUMEN DEL TRABAJO

### ABSTRACT

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>2</b>
2.1. DEFINICIONES .....	2
2.2. CLASIFICACIÓN .....	3
2.2.1. HELADOS DE CREMA .....	3
2.2.2. HELADOS DE LECHE.....	4
2.2.3. HELADOS DE LECHE DESNATADA .....	4
2.2.4. HELADOS CON GRASA NO LÁCTEA .....	5
2.2.5. HELADOS DE MANTECADO .....	5
2.2.6. HELADOS DE AGUA.....	6
2.2.7. HELADOS DE YOGURT.....	7
2.2.8. HELADOS <i>PREMIUM</i> Y <i>SÚPER PREMIUM</i> .....	7
2.3. FABRICACIÓN DE HELADOS.....	8
2.4. MÉTODOS PARA LA CONGELACIÓN DE ALIMENTOS.....	10
2.4.1. MÉTODO LENTO DE CONGELACIÓN .....	10
2.4.2. MÉTODO RÁPIDO DE CONGELACIÓN .....	11
2.4.3. MÉTODO MUY RÁPIDO DE CONGELACIÓN .....	11
2.5. DEFECTOS EN LOS HELADOS .....	12
2.5.1. DEFECTOS DEL SABOR .....	12
2.5.2. DEFECTOS DE LA TEXTURA .....	13
2.5.3. DEFECTOS DE CUERPO .....	14
2.5.4. DEFECTOS DE COLOR Y APARIENCIA .....	15
2.5.5. DEFECTOS POR ENCOGIMIENTO.....	16
2.6. CRISTALIZACIÓN.....	16
<b>III. DESARROLLO DEL TEMA .....</b>	<b>19</b>
3.1. EL HELADO .....	21
3.2. ESTRUCTURA DEL HELADO .....	21
3.3. CRISTALES DE HIELO.....	22
3.4. ENDURECIMIENTO Y ALMACENAMIENTO DEL HELADO.....	25
3.5. CRISTALES DE LACTOSA .....	25
3.5.1. FACTORES DE FORMULACIÓN.....	27

3.5.2. FACTORES DE PROCESAMIENTO .....	27
3.5.3. FACTORES DE DISTRIBUCIÓN .....	28
<b>IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>V. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Proceso completo para la fabricación de un helado comercial. ....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2: Reclamos de consumidor en la industria de helados. ....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 3: Defecto en helados: separación de fases. ....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 4: Defecto en helados: grumos / arenado.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 5: Diagrama esquemático de la microestructura de un helado. ....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 6: Burbujas de aire finamente dispersas en el helado.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 7: Cristal de lactosa (flecha) que sobresale de la burbuja de aire, como se ve en el helado arenado por criomicroscopía electrónica. Bar=50 µm. ....</b>	<b>26</b>

## **RESUMEN DEL TRABAJO**

La industria de los helados se enfrenta cada día a las exigencias de los consumidores, quienes demandan productos con mejor calidad, es en este sentido que las industrias enfocan sus esfuerzos en asegurar la satisfacción de los consumidores ya que el mercado es cada vez más competitivo. Para el caso de la comercialización de helados, la industria tiene un desafío extra: la cadena de frío. La complejidad de depender de la cadena de frío radica en mantener constantes las condiciones de temperatura ya que los helados son productos altamente sensibles a las fluctuaciones, esto acompañado por buenas prácticas de manipulación al momento de la carga, descarga, distribución y venta del producto asegurarán la calidad del helado evitando la formación de cristales de gran tamaño que modifican la textura y apariencia en desmedro de su calidad. El tema se aborda desde el punto de vista de proceso, donde se entiende que la cristalización es una etapa necesaria en el proceso de producción, pero debe mantenerse bajo control ya que existen otras variables de operación que influyen en el resultado final de los cristales y en nuevas estrategias para asegurar la calidad del producto. Desde el punto de vista de desarrollo de nuevas formulaciones se consideran opciones como la adición de productos estabilizantes o el cálculo de los componentes lácteos en la receta. El desafío de la industria es encontrar el balance entre la calidad del producto terminado, midiendo propiedades físicas del producto y aceptabilidad del consumidor; sobre todo en el proceso de cristalización. Este panorama general marca la dirección de las buenas prácticas de fabricación y buenas prácticas logísticas de los helados, proponiendo nuevas estrategias que se dirigen hacia el beneficio y aceptabilidad de los consumidores.

**Palabras clave:** Cadena de frío, consumidor, distribución, lactosa, congelación, reclamos.

## **ABSTRACT**

The ice cream industry faces every day the demands of consumers, who demand products with better quality, it is in this sense that industries focus their efforts on ensuring the satisfaction of consumers as the market is increasingly competitive. For the case of the commercialization of ice cream, the industry has an extra challenge: the cold chain. The complexity of depending on the cold chain lies in maintaining constant temperature conditions since ice cream products are highly sensitive to fluctuations, this accompanied by good handling practices at the time of loading, unloading, distribution and sale of the product will ensure the quality of the ice cream avoiding the formation of large crystals that modify the texture and appearance to the detriment of its quality. The subject is approached from the process point of view, where it is understood that crystallization is a necessary stage in the production process, but it must be kept under control since there are other operating variables that influence the final result of the crystals and in new strategies to ensure the quality of the product. From the point of view of developing new formulations, options such as the addition of stabilizing products or the calculation of dairy components in the recipe are considered. The challenge of the industry is to find the balance between the quality of the finished product, measuring physical properties of the product and consumer acceptability; especially in the crystallization process. This overview marks the direction of good manufacturing practices and good logistic practices of ice cream, proposing new strategies that are directed towards the benefit and acceptability of consumers.

**Keywords:** Cold chain, consumer, distribution, lactose, freezing, claims.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la industria nacional de helados, el principal motivo de reclamos de consumidores son los defectos encontrados en las características sensoriales, entre ellas, cambios de coloración, separación de fases, textura granulada o arenada y escarchamiento en la superficie. Estas dos últimas características serán abordadas en el presente estudio, enfocado en los helados de crema, ya que es en este tipo de productos que se presentan estos defectos de calidad que generan la insatisfacción de los consumidores.

La textura arenada es un defecto que se relaciona con la cristalización de la lactosa y constituye uno de los principales defectos de los helados, brindando un aspecto de grumos y resequedad en la superficie del helado. Mientras que el escarchamiento se asocia más bien a las inadecuadas prácticas de almacenamiento y conservación de la cadena de frío en la distribución y venta de los helados, que dieron paso a la recristalización del agua presente en la estructura del helado.

Es por ello que surge la necesidad de desarrollar una estrategia transversal a toda la industria heladera, desde la elección de las materias primas, las recetas, parámetros de procesamiento de productos y posterior almacenamiento, distribución y exhibición en el punto de venta, todo ello orientado a preservar la calidad de los helados y prevenir su principal problema, la cristalización.

El objetivo de este trabajo es describir los factores que propician la cristalización en los helados de crema y los específicos detallar el proceso de fabricación de helado y conocer el impacto de los defectos de cristalización respecto al total de reclamos.



## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. DEFINICIONES

La NTP 202.057 (INDECOPI, 2013), define a los helados como aquellos productos alimenticios edulcorados, obtenidos a partir de una emulsión de grasa y proteínas con la adición de otros ingredientes o a partir de una mezcla de agua y otros ingredientes que se someten a congelación con o sin incorporación de aire y que se almacenan, distribuyen y expenden en estado de congelación, o parcialmente congelados.

El Codex Alimentarius (1997) define a los helados comestibles como los productos edulcorados obtenidos a partir de una emulsión de grasa y proteínas, con la adición de otros ingredientes y sustancias, o bien a partir de una mezcla de agua, azúcares y otros ingredientes y sustancias, que han sido tratados por congelación, y que se destinan al almacenamiento, venta y consumo humano en estado de congelación o congelación parcial.

Por su parte, Fraser (1996) los define como un alimento congelado que contiene sólidos no grasos de leche, azúcares, aire, estabilizantes, emulsificantes, colorantes, saborizantes y otros elementos opcionales como son almendras, cacao, nueces, café, etc.

Timm (1999), define al helado como un alimento de sabor dulce que se consume en estado congelado. Además de agua y azúcar, muchas veces contiene componentes lácteos, frutas y otros aditivos sápidos, sustancias aromáticas y colorantes. Por lo general, en la fabricación de helados se emplean diversos aditivos especiales, como espesantes, estabilizadores y emulsionantes. Cenzano (1994), señala que la mezcla de aditivos anterior a la congelación recibe el nombre de “mezcla para helar”, por lo común abreviado en el término mezcla “*mix*”. Para conseguir una consistencia cremosa, hay que incluir en el mix inmediatamente antes de la congelación aire para que el helado “suba” (en inglés “*overrun*”). El aumento de

volumen experimentado por el helado consecuente con la inclusión de aire batido se expresa en porcentaje. Si se quiere expresar cuantitativamente la composición de la mezcla de los helados, se suelen mencionar los siguientes conceptos: contenido de extracto seco, tasa de grasa, cantidad de grasa láctea y cantidad de extracto seco desengrasado.

## 2.2. CLASIFICACIÓN

En base a la NTP 202.057 (INDECOPI, 2013) los helados se clasifican en:

- **Helados de crema:** aquellos que tienen un alto contenido de grasa comestible y un contenido de sólidos lácteos no grasos de 6 por ciento.
- **Helados de leche:** aquellos en que predomina el contenido de sólidos lácteos, sin considerar los azúcares.
- **Sorbetes:** aquellos que tienen en su composición sólidos lácteos y cuyo contenido de grasa vegetal o grasa de leche, sólidos no rasos y sólidos totales es inferior al del helado de leche.
- **Helado de agua:** aquellos elaborados con agua potable, azúcar, esencias autorizadas o jugos de frutas y en algunos casos, glucosa y espesantes.

Timm (1999), indica que otra forma de clasificación de helados es según los ingredientes utilizados en su elaboración, así se tiene lo siguiente:

### 2.2.1. 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. Timm (1999) indica que el helado de nata debe contener como mínimo un 60 por ciento de esta, lo cual da como resultado un helado con elevada proporción de grasa del 18 por ciento. Además de la nata este tipo de helado lleva azúcar, aire que se incorpora durante el batido, espesantes, etc. La composición básica de estos helados es la siguiente:

- **Azúcares:** Este componente está presente en una proporción mínima del 13 por ciento. De ese total, la mitad deberá ser sacarosa o azúcar común, pudiendo el resto corresponder a otros azúcares tales como la glucosa, lactosa, etc.
- **Grasa de leche:** 8 por ciento como mínimo.
- **Proteína láctea:** 2.5 por ciento como mínimo.
- **Extracto seco tota:** 29 por ciento como mínimo. El extracto seco total es la cantidad de sólidos de un alimento, es decir, es la suma de sus componentes (grasa, hidratos de carbono, proteínas, vitaminas, grasas, etc.) exceptuando el agua.
- **Espesantes, estabilizantes y emulgentes:** en total 1 por ciento, como máximo.

### 2.2.2. HELADOS DE LECHE

Son aquellos cuyo ingrediente básico es la leche entera, con todo su contenido graso (3-4.5%). Cenzano (1994), indica que su composición básica será la siguiente:

- **Azúcares:** 13 por ciento como mínimo, de los que al menos el 50 por ciento corresponde a sacarosa.
- **Grasa de leche:** 2.2 por ciento como mínimo.
- **Proteína láctea:** 1.6 por ciento como mínimo.
- **Extracto seco total:** 23 por ciento como mínimo.
- **Espesantes, estabilizadores y emulgentes en total:** 1 por ciento como máximo.

### 2.2.3. HELADOS DE LECHE DESNATADA

En este caso, el ingrediente básico es la leche desnatada que es aquella leche que ha sido privada parcial o totalmente de su contenido graso natural. Así una leche desnatada tiene de 0.1 a 2.5 por ciento de grasa. Al disminuir el contenido en grasa en la leche desnatada, aumenta la proporción relativa del resto de los componentes por lo que aunque el helado de leche desnatad tendrá menos grasa que el helado de leche entera, su contenido en proteínas será superior. La composición básica de este helado será la siguiente:

- **Azúcares:** 13 por ciento como mínimo, de los cuales el 50 por ciento será sacarosa.

- **Grasa de leche:** menos del 2.2 por ciento.
- **Proteína láctea:** 2 por ciento como mínimo.
- **Extracto seco magro de leche:** 6 por ciento como mínimo.
- **Extracto seco total:** 21 por ciento como mínimo.
- **Espesantes, estabilizantes y emulgentes:** en total 1 por ciento como máximo.

#### 2.2.4. HELADOS CON GRASA NO LÁCTEA

Son aquellos en que la grasa de la leche es sustituida por otras de origen vegetal (colza, algodón, coco, palma, etc.) En los países donde está permitida esta práctica se exigen aproximadamente las siguientes características para los helados con grasas vegetales:

- **Azúcares:** 13 por ciento como mínimo, de los que al menos el 50 por ciento será sacarosa
- **Materia grasa total (grasas autorizadas):** 5 por ciento como mínimo.
- **Proteína:** 1.6 por ciento como mínimo.
- **Extracto seco total:** 25 por ciento como mínimo.
- **Espesantes, estabilizadores, emulgentes:** 1 por ciento como máximo.

Cuando el 98 por ciento de la grasa presente en este tipo de helado es de origen vegetal, se le denomina “helado de grasa vegetal”.

#### 2.2.5. HELADOS DE MANTECADO

Tradicionalmente, el huevo ha sido un componente básico en la preparación de los 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 del 1.5 por ciento de yema de huevo. Timm (1999), indica que como aditivos sápidos se incluyen vainilla, vainillina y en pequeña proporción esencias artificiales de vainilla, así como fruta, pulpa de fruta y preparados de fruta, nueces, cacao en polvo y otras sustancias naturales que aportan aroma y sabor. Estos productos se ofrecen a veces glaseados o con revestimiento (baño).

### 2.2.6. HELADOS DE AGUA

Son el producto resultante de congelar una mezcla debidamente pasteurizada y homogenizada de diversos productos con agua, y se pueden dividir en:

- Sorbetes que se presentan en estado sólido.
- Granizados que se presentan en estado semi-sólido.

Cenzano (1994), indica que al agua se le añade azúcar, frutas o su equivalente en zumos naturales o concentrados, espesantes, etc., y su composición básica debe ser la siguiente:

- **Azúcares:** 13 por ciento como mínimo de los que al menos el 50 por ciento será sacarosa.
- **Extracto seco total:** 15 por ciento como mínimo
- **Espesantes, estabilizadores y emulgentes:** en total 1.5 por ciento como máximo.

Como se observa en los helados de agua se permite un 1.5 por ciento de aditivos frente a un 1 por ciento en los helados de leche. Ello es lógico debido a que el agua no lleva ninguna sustancia que pueda servir de espesante, estabilizantes, etc., como que si ocurre con la leche. Los sorbetes y granizados podrán denominarse helados de fruta (la fruta que corresponda) siempre que lleven una adición mínima de 5 por ciento de limón (u otros cítricos) o su equivalencia en zumos naturales o concentrados, y el 10 por ciento con iguales características en el resto de las frutas. Si no se alcanzan esas proporciones, llevarán la mención sabor a limón, naranja, etc.

En el caso de la adición de frutas a los helados se habla también de una cantidad equivalente de zumos naturales o concentrados. La determinación de esta equivalencia se determina por el rendimiento en zumo de cada fruta.

### 2.2.7. HELADOS DE YOGURT

El yogurt es la única leche fermentada con ayuda de microorganismos específicos que se utilizó y sigue utilizándose con carácter comercial para la fabricación de helados. El yogurt se suele trabajar en unión de fruta para obtener helado de fruta o helados con aroma de frutas. Un helado de yogurt puede contener:

- **Extracto seco lácteo desengrasado:** 11 por ciento.
- **Azúcar:** 18 por ciento.
- **Grasa láctea:** 3 por ciento.
- **Emulsionantes, estabilizador.**
- **Frutas:** fresas, cerezas, melocotones, grosellas.
- **Valor del pH (20 °C):** 4.2-4.4 por ciento.

La mezcla mix puede prepararse de diversas maneras:

- Mezclando yogurt bajo en grasa con los demás componentes
- Acidificando con cultivo de yogurt la mezcla preparada
- Acidificando una mezcla base con cultivo de yogurt, para mezclar a continuación con la llamada “mezcla de buqué” que contiene frutas y azúcar. (Timm, 1999)

### 2.2.8. HELADOS *PREMIUM* Y *SÚPER PREMIUM*

Estos tipos de helados se definen como los de categoría superior por presentación, composición, precio, etc. Este tipo de helados reúne varias características. Los helados *Premium* se caracterizan por:

- Contenido más alto de grasa láctea que en los helados normales. Si en un helado normal el porcentaje de grasa es del 8 a 14, en los helados *Premium* es el 14 a 17 por ciento.
- Mayor contenido en proteínas, sales, azúcares, etc., de origen lácteo. En un helado

normal, el contenido en los llamados sólidos lácteos no grasos es del 10 a 11 por ciento mientras que en los helados *Premium* es de ese orden o superior.

- Menor *overrun* (menor incorporación de aire). Si en un helado normal el *overrun* es del 85 a 110 por ciento en los helados *Premium* es del 20 al 50 por ciento.
- Congelación hasta temperaturas bajas (endurecimiento) de forma rápida (dos horas o menos) para que el producto conserve todas sus características nutritivas y organolépticas. Para el consumo final se deja que suba la temperatura.
- Utilización de ingredientes naturales y de alta calidad (leche, nata, mantequilla, azúcar, huevos, chocolate, frutas y zumos de frutas, etc.), sin aditivos artificiales y con la característica más importante que define a los helados *Premium*.
- Empaquetado individual de los helados, de forma muy atractiva y lujosa.
- Precio alto en comparación con los helados tradicionales.
- La presencia de espesantes debe ser muy reducida o nula.

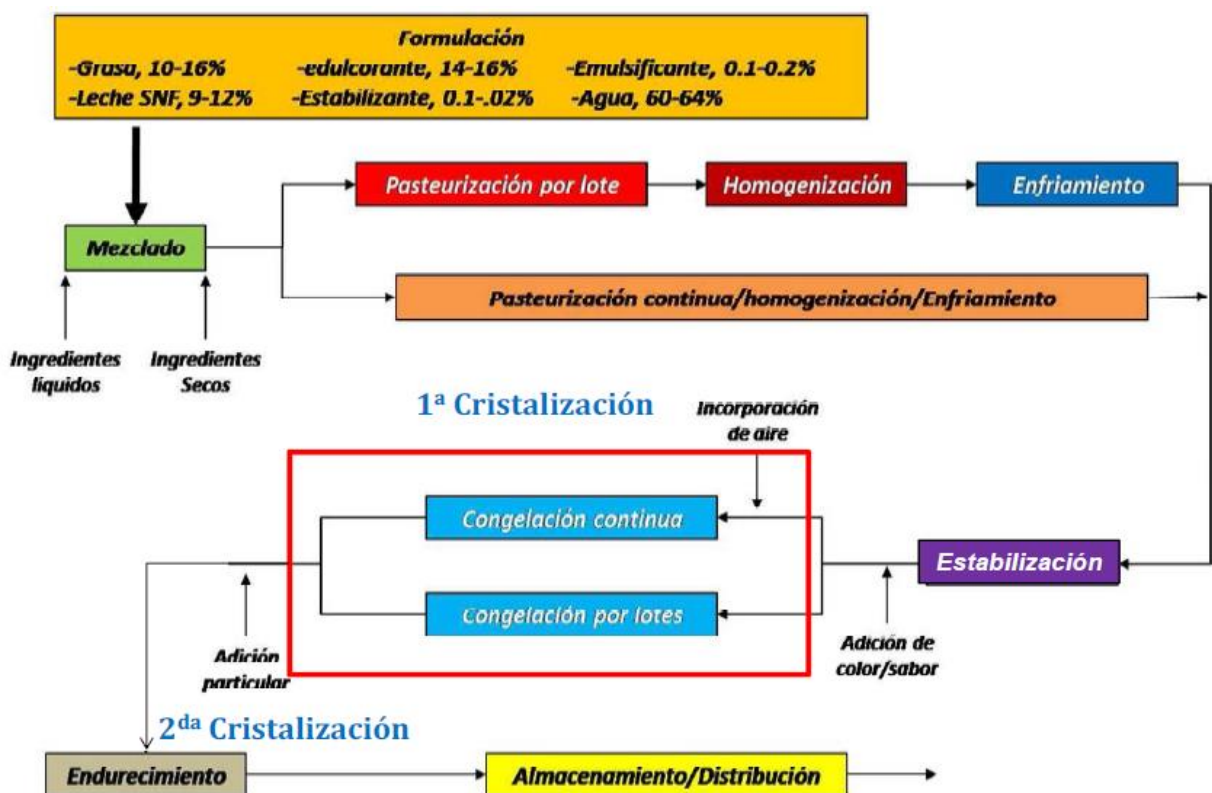
En cuanto a los helados Súper *Premium*, Cenzano (1994), indica que estos helados son aquellos en los que se acentúan más aun las características que se han dado para los *Premium*. Así, tiene un *overrun* aún menor (15-30%), un igual o mayor contenido en grasa (16 al 18.5%), producto naturales, empaquetado individual con algún adorno especial precio aun mayor, etc.

### **2.3. FABRICACIÓN DE HELADOS**

A fin de obtener las características que un helado debe tener para poder ser catalogado como un producto de calidad, es necesario entender el proceso de producción. El proceso de manufactura de un helado consiste en una serie de operaciones unitarias en donde son involucradas principalmente las operaciones de mezclado, intercambio de calor y cristalización. El mezclado es el paso donde se realiza una fórmula base del helado, donde son definidos el sabor y la composición en azúcares y grasas entre otros compuestos. El intercambio de calor es utilizado para la pasteurización y la estabilización de la mezcla como preparación a la transformación. Finalmente la mezcla es sometida al proceso de cristalización, la cual se lleva a cabo en dos etapas: una primera que consiste en una congelación parcial de la mezcla a fin de definir una estructura cristalina que determinará al final las propiedades del producto; y una cristalización total, la cual se lleva a cabo como

una preparación del alimento antes de ser comercializado, la cual consiste en un descenso de la temperatura entre -18 y -25 °C donde se considera que el 80 por ciento del agua contenida está congelada (Haddad, 2009, citado por Gonzales *et al.*, 2012). La figura 1 muestra a detalle el proceso industrial para la elaboración de un helado. La cristalización es el principal paso en la elaboración de este producto.

La cristalización no es más que un cambio de estado físico de un líquido, que da lugar a la formación de una fase sólida cristalizada, cuyo principal es de construir una estructura en forma de red cristalina (Hartel, 2002). Esta cristalización es realizada en esencia por un intercambio de calor y un medio mecánico que facilita la transformación. En primera instancia, como se dijo anteriormente, la primera etapa de cristalización es la parte del proceso que controla la calidad final del proceso. En la figura 1 se muestra el proceso completo para la fabricación de un helado comercial.



**Figura 1: Proceso completo para la fabricación de un helado comercial.**

FUENTE: Gonzales *et al.* (2012).



## **2.4. MÉTODOS PARA LA CONGELACIÓN DE ALIMENTOS**

Una variable importante que define las características finales de un helado es el tiempo que toma el conseguir la completa congelación del producto. En este sentido, Elettronita Veneta (s. f.) menciona que opciones para el congelamiento como:

- Método lento
- Método rápido
- Método muy rápido.

Estos métodos difieren uno de otro según la duración del tratamiento o, la velocidad de penetración del frío desde la superficie hasta el centro de los tejidos.

Además también desempeñan un papel importante la naturaleza del producto con respecto a sus características térmicas, su forma, la conductividad térmica del recipiente que lo envuelve; de la misma manera las características de la instalación frigorífica son importantes.

### **2.4.1. MÉTODO LENTO DE CONGELACIÓN**

Se describe aquí el método lento de congelación, que ya no se utiliza, porque permite evidenciar sus negatividades. Las mismas son las siguientes:

- a. La acción lenta que efectúa una temperatura de la cámara de congelación en el producto que hay que congelar no posibilita la buena conservación de los tejidos, sino que provoca alteraciones físicas, químicas e histológicas que dan lugar a modificaciones sensibles del producto por conservar;
- b. El tiempo necesario para llegar a la completa congelación es muy alto y, para las piezas de muy gran tamaño, puede alcanzar los 6/7 días de permanencia en las cámaras. Esto implica una disminución notable de la potencialidad de las cámaras;
- c. Debido a las alteraciones físicas, químicas y bioquímicas (irreversibles en la mayoría de los casos), se nota durante la congelación una fuerte pérdida de

sustancias nutritivas.

#### **2.4.2. MÉTODO RÁPIDO DE CONGELACIÓN**

Con este método el tiempo necesario para obtener la completa congelación es relativamente breve y, para las piezas de muy gran tamaño, puede alcanzar al máximo las 30 horas de permanencia en las cámaras; al cabo de dicho lapso de tiempo, se alcanza en el corazón de la mayoría de los productos la temperatura de -18 °C.

Este método no da lugar a alteraciones físicas, químicas e histológicas graves susceptibles de modificar sensiblemente el producto que hay que conservar.

Los parámetros de funcionamiento de las cámaras son:

- **Temperatura de la cámara:** entre -25 y -30 °C.
- **Humedad relativa:** entre 85 y 90 por ciento.
- **Caudal de aire de los ventiladores:** 3-4 m<sup>3</sup>/s.
- **Tiempo del ciclo:** máx. 30 horas.

#### **2.4.3. MÉTODO MUY RÁPIDO DE CONGELACIÓN**

Con este método el tiempo necesario para obtener la completa congelación es breve y, para las piezas de muy gran tamaño, puede alcanzar al máximo las 12 horas de permanencia en las cámaras; al cabo de dicho lapso de tiempo, se alcanza en el corazón de la mayoría de los productos la temperatura de -18 °C.

Este método no da lugar a alteraciones físicas, químicas e histológicas de algún tipo, aun tras un control con el microscopio.

Para alcanzar este objetivo hace falta utilizar temperaturas muy bajas y un fuerte salto térmico entre el evaporador y el producto.

Consecuentemente ha surgido la necesidad de proteger el producto por medio de embalajes adecuados para evitar la fuerte evaporación y la excesiva desecación.

Los parámetros de funcionamiento de las cámaras son:

- **Temperatura de la cámara:** entre -30 y -40 °C.
- **Humedad relativa:** entre 85 y 90 por ciento.
- **Caudal de aire de los ventiladores:** 25 m<sup>3</sup>/s.
- **Tiempo del ciclo:** máx. 12 horas.

## 2.5. DEFECTOS EN LOS HELADOS

Fraser (1996) menciona que al referirse a la calidad de un producto se debe tener en cuenta la calidad física, química y microbiológica. Teniendo estas consideraciones para el caso de helados es posible clasificar los defectos de la siguiente manera:

### 2.5.1. DEFECTOS DEL SABOR

- **Sabor a cocido:** cuando el tratamiento térmico durante el procesamiento es demasiado alto, en cuanto a tiempo y temperatura, se producen compuestos sulfidrilos a partir de las proteínas de la leche. La solución es mantener las condiciones de tratamiento térmico y no utilizar ingredientes recalentados.
- **Sabor ácido:** debido a que la leche utilizada ha desarrollado acidez por las malas condiciones de procesamiento o almacenamiento a temperaturas excesivamente elevadas, por ejemplo utilizar leche descremada con 0.19 por ciento de ácido láctico ya es posible que el defecto se desarrolle. Realizar un cuidadoso control de calidad de materias primas, respetar las condiciones de procesamiento y congelar rápidamente la mezcla son acciones que puede evitar este defecto.
- **Sabor rancio:** la rancidez es originada por la acción de la enzima lipasa sobre la grasa, dando lugar a la formación de compuestos desagradables. La lipasa está

presente en la leche cruda y también puede producirse por microorganismos que contaminan el producto. Este defecto puede presentarse cuando la mezcla es mantenida por largo tiempo en almacenamiento antes de someterla a congelación.

- **Sabor a sebo o cartón:** es otro defecto de la grasa causado por cambios químicos que originan dichos sabores, estos cambios pueden ocurrir en aquellas grasas almacenadas durante largo tiempo o que han sido contaminadas con cobre o hierro, aun en pequeñísimas cantidades. La prevención del defecto se logra mediante un buen manejo de stock de la grasa y su almacenamiento apropiado.
- **Helado desabrido:** puede ocurrir a consecuencia del almacenamiento del helado por largo tiempo en cámaras de frías. Si el helado queda expuesto al ambiente en la cámara fría, puede sufrir un cierto grado de deshidratación en la superficie, dándole una textura cerosa y acartonada.
- **Sabor extraño:** todos los productos lácteos, incluyendo los helados, absorben rápidamente los sabores y aromas de sustancias colocadas cerca de ellos, como los aromas de aceite, petróleo, parafina y pinturas. De la misma forma, productos químicos como detergentes, productos de limpieza, pueden tomar contacto con los helados cuando los equipos y utensilios no son adecuadamente enjuagados.

### 2.5.2. DEFECTOS DE LA TEXTURA

- **Textura áspera o icy:** producido por la presencia de cristales de hielo debido a un congelamiento lento, congelamiento insuficiente, a que la temperatura del helado durante la cadena de frío es fluctuante ocasionando shock térmico, a una mezcla del helado con bajo contenido de sólidos totales y exceso de agua, a la adición de estabilizante en cantidad insuficiente o si al utilizar gelatina no se respeta el tiempo de maduración de la mezcla y no se desarrolla la estructura del gel.
- **Textura escamosa o nevosa:** debido a que la cantidad de aire que se ha incorporado a la mezcla es demasiado elevada por lo que se producen grandes células de aire y

que la mezcla tiene un bajo contenido de sólidos.

- **Textura arenosa:** defecto causado por la presencia de pequeños y duros cristales de lactosa que no se disuelven con facilidad, debido al alto contenido de sólidos no grasos en un helado almacenado durante varios días. La utilización de sólidos de suero puede, también causar este defecto, ya que este ingrediente contiene alta proporción de lactosa a diferencia de otros sólidos de leche.
- **Textura de mantequilla:** cuando la mezcla ha sido congelada lentamente, mal homogenizada o contenga una cantidad insuficiente de emulsificante.

### 2.5.3. DEFECTOS DE CUERPO

- **Helado pesado:** con una apariencia húmeda y mucho más frío, debido a un *overrun* demasiado bajo, exceso de azúcar, estabilizante o sólidos.
- **Helado liviano, blando y esponjoso:** apariencia aguada y de fácil derretimiento, debido a un exceso de *overrun* y a un bajo contenido de sólidos totales.
- **Helado débil y acuoso:** debido al bajo contenido de sólidos totales, poco estabilizante o a que la crema fue extraída del congelador sin estar suficientemente congelada.
- **Helado gomoso:** no se derrite con facilidad y es pegajoso, debido al exceso de estabilizante que genera una estructura de gel muy consistente.
- **Helado desmenuzable:** cuando no se sostiene al ser servido, debido a la poca cantidad de estabilizante, azúcares y sólidos totales y demasiado *overrun*.
- **Helado de cuerpo seco:** debido al exceso de emulsificante y a una presión de homogenización muy alta.

- **Helado arenoso:** este defecto se presenta cuando los cristales son demasiado grandes y numerosos, para evitarlo debe mantenerse una relación entre lactosa y agua, en la mezcla, no superior al 0.104. La lactosa alcanza un poco más del 50 por ciento de los sólidos en la leche descremada, tiene mala solubilidad y por tal razón la tendencia a formar cristales cuando la concentración es alta (Fraser, 1996).
- **Derretimiento espumoso:** el helado debe derretirse enteramente hasta producir un líquido de apariencia similar a la mezcla de la cual fue hecho. Si en lugar de lo señalado se forma una espuma, puede ser debido a la presencia de células de aire muy grandes en el helado, no se utilizó suficiente estabilizante en la mezcla o la viscosidad de la misma era muy baja.
- **Muy alta resistencia al derretimiento:** debido a la adición excesiva de estabilizante, provocando una estructura semi-gel, cuando los sólidos totales están dentro del estándar pero el *overrun* es muy alto o una crema con grasa parcialmente batida establece una estructura alrededor de las células de aire y así dificulta el derretimiento.
- **Derretimiento con aspecto de cuajada:** la “salida de suero” se origina por la desestabilización de las proteínas de la leche por el uso de algunos estabilizantes en base de CMC o goma guar.

#### 2.5.4. DEFECTOS DE COLOR Y APARIENCIA

Algunos defectos pueden aparecer, los colorantes son ácidos, alcalinos y algunos de ellos pueden causar manchas en el helado. Si el helado es mantenido en una cámara fría por un tiempo muy prolongado, la superficie podrá secarse con lo cual la parte externa se presenta más oscura o más clara que el resto.

### **2.5.5. DEFECTOS POR ENCOGIMIENTO**

Es un defecto que puede ocurrir en un helado almacenado a temperatura adecuada que se caracteriza porque el producto pierde volumen e incluso forma. Para evitar este defecto, es fundamental que la temperatura de almacenamiento se mantenga sin variación y que el helado no sea sometido a *shock* térmico.

Cualquier factor que resulte en desestabilización de la proteína puede causar encogimiento, como el exceso de sólidos no grasos de leche que provoque una contracción de las membranas de las células de aire o la acción proteolítica ocasionada por bacterias o enzimas. El exceso de aire puede favorecer el encogimiento en el helado y su velocidad aumenta con el *overrun*, es decir, a mayor *overrun* mayor probabilidad de encogimiento.

### **2.6. CRISTALIZACIÓN**

Los principales defectos identificados por los consumidores de helados están asociados a procesos de cristalización en diferentes etapas, tanto del proceso productivo como en la distribución y venta del producto terminado.

Cristalización se refiere a la extracción de un soluto, como la sal, de una solución por precipitación de dicho soluto. La cristalización también es un proceso de separación sólido-líquido en el que hay transferencia de masa de un soluto de la solución líquida a una fase cristalina sólida pura. Un ejemplo importante es la producción de sacarosa de azúcar de remolacha, donde la sacarosa se cristaliza de una solución acuosa. (Geankoplis, 1998)

Los alimentos contienen importantes cantidades de agua, las cuales, por ejemplo en las verduras, pueden alcanzar un porcentaje muy alto de hasta el 95/97 por ciento, mientras que en las carnes dicho porcentaje es inferior en la medida del 75/80 por ciento, pero siempre muy elevado.

Esta agua se encuentra en los tejidos animales y vegetales en dos formas diferentes:

- a. Agua estrechamente ligada a las estructuras moleculares, agua combinada que puede difícilmente separarse de las estructuras con las que se halla ligada (agua intracelular);
- b. Agua libre, que puede extraerse fácilmente del producto (agua extracelular).

Si durante un proceso de congelación lento se supera, aun ligeramente, el punto crioscópico, se forman en el agua libre unos núcleos de cristalización alrededor de los que se solidificarán primero el agua libre y, luego, el agua ligada.

Durante la congelación lenta la cristalización se realiza en una primera fase sobre todo en ámbito extracelular; en la segunda fase, se observa un aumento de los cristales debido a la difusión de agua desde el interior de las células hacia los núcleos cristalinos que ya se han formado.

Las células sufren una progresiva deshidratación a la que se asocia, consiguientemente, una concentración de solutos y una elevación del punto de congelación.

Por último, cuando alcanzan dimensiones notables, los macrocristales ejercen una presión sobre las fibras y las membranas celulares hasta lacerarlas.

Durante el proceso de descongelación el agua que se ha liberado del hielo no es nuevamente absorbida por las células y los intersticios celulares, por lo que se tendrán las pérdidas de sustancias nutritivas y las variaciones negativas de los caracteres organolépticos que tan frecuentemente se encuentran en los productos congelados.

Cuanto más rápido sea el proceso descrito y cuanto más baja sea la temperatura del producto al final del tratamiento, menores serán las dimensiones de los cristales de hielo que irán formándose y menores serán las variaciones organolépticas (aspecto, sabor, color, consistencia, etc.) en el producto en la fase de descongelación.



Respecto al punto de congelación propio de cada producto alimenticio, ellettronita veneta (s. f.) afirma que no deberá ser superado lentamente, como sucede en las instalaciones de refrigeración construidos para trabajar a las temperaturas próximas al punto de congelación. Si se supera el punto de congelación con una instalación de refrigeración, en el interior del producto se forman unos cristales de hielo tales como para provocar la ruptura de los tejidos celulares.

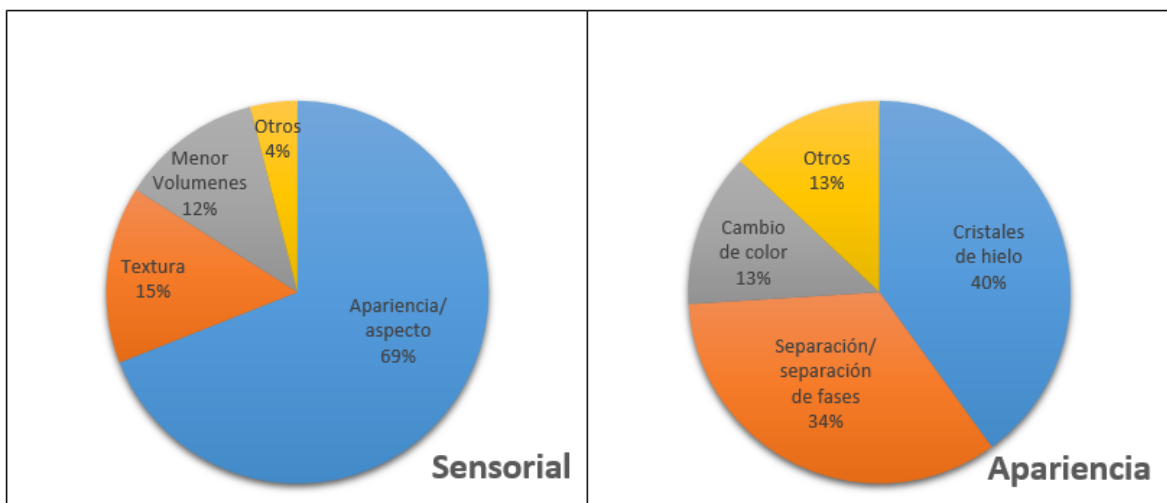
Y esto causa alteraciones irreversibles del aspecto, del sabor, del valor nutritivo y comercial de la misma sustancia.

De este trauma estructural se originan varias formas de deterioración del producto que pueden provocar hasta la salida de las sustancias acuosas contenidas en el alimento cuando se lleva este último a la temperatura ambiente para consumirlo.

Si durante uno de los pasos de la cadena del frío (producción – transporte – distribución) dicha temperatura debiera sufrir aumentos térmicos, incluso temporáneos, con fusiones parciales de los microcristales, se verificaría el fenómeno dañoso de la recristalización con formación de macrocristales, lo cual conllevaría la contemporánea pérdida de los caracteres organolépticos originarios y, por consiguiente, la depreciación del producto.

### III. DESARROLLO DEL TEMA

La industria heladera es bastante dinámica, se comercializan grandes volúmenes de producto al año, esto sumado a los efectos del cambio climático que elevan la sensación térmica y a la creciente demanda de los consumidores por tener productos con mayor calidad, vuelve a esta industria altamente competitiva. Por esta razón a la industria le interesa acercarse más al consumidor para así recoger sus expectativas y en base a ello plantear sus mejores prácticas a fin de asegurar la fidelización a sus productos. Los reclamos de los consumidores son indicadores claves en este sentido, considerar que la población peruana no tiene el hábito de formalizar el reclamo pero la disponibilidad de recursos informáticos y redes sociales permite recoger esta valiosa información y brinda al consumidor nuevas y más accesibles plataformas para hacer llegar su comunicación a la empresa. En la figura 2 se muestran los reclamos de consumidor en la industria de helados.



**Figura 2: Reclamos de consumidor en la industria de helados.**

FUENTE: NESTLÉ (2017).

Los reclamos por características sensoriales representan el 67 por ciento del total, dentro de esto los reclamos de Apariencia/Aspecto y Textura son los más significativos. Observando la figura 1 se puede visualizar que tanto los reclamos por textura como los de apariencia se

deben a defectos asociados a pérdida de frío y formación de cristales (de hielo y de lactosa), por esta razón es que en adelante centraremos la información en este tema.

La NTP 202.057.2006 (INDECOPI, 2013) señala requisitos generales, entre los que se encuentran la apariencia atractiva, textura suave, consistencia uniforme, sin hielo visible ni cristales de lactosa; además de estar libre de gránulos de grasa y no debe contener sustancias ni partículas extrañas. En la figura 2 se aprecian las características de los reclamos por separación de fases y en la figura 3, los reclamos por presencia de grumos o producto con textura arenosa.



**Figura 3: Defecto en helados: separación de fases.**

FUENTE: NESTLÉ (2017).



**Figura 4: Defecto en helados: grumos / arenado.**

FUENTE: NESTLÉ (2017).

### 3.1. EL HELADO

El helado es catalogado como un alimento complejo ya que su matriz se compone de proteínas, grasa, azúcar, aire, minerales, agua etc., (Ozdemir *et al.*; Goff; citado por Ulcuango, 2011). Así mismo, este producto es considerado como un sistema coloidal complejo, dada la presencia de burbujas de aire, glóbulos de grasa, cristales de hielo y una fase de suero no congelada (Goff; Rossa *et al.*, citado por Ulcuango, 2011).

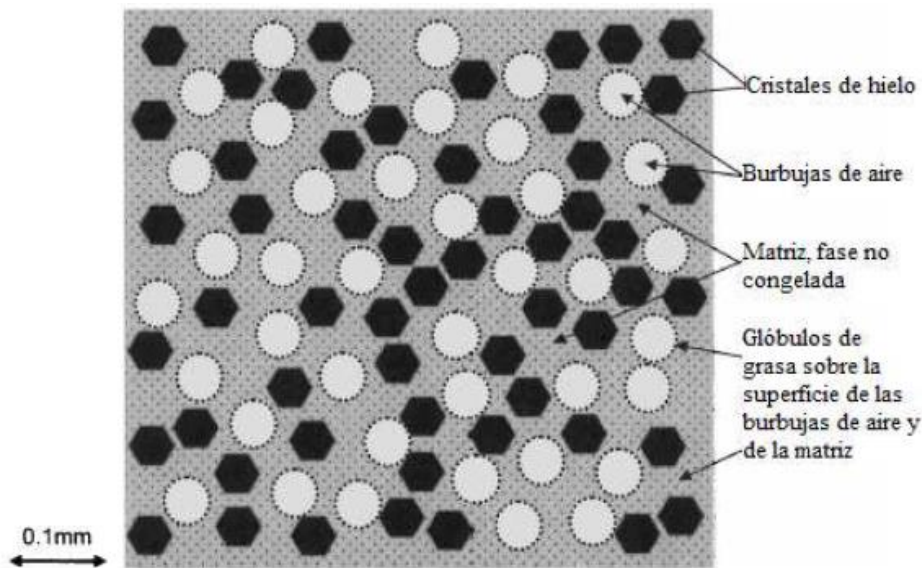
### 3.2. ESTRUCTURA DEL HELADO

La estructura del helado puede describirse en términos de dos fases: continua y dispersa. La fase continua es una combinación de una solución, una emulsión y una suspensión de sólidos en líquido. Los componentes de dicha fase son:

- a. **Solución:** agua, azúcar, hidrocoloides, proteínas de la leche, otros solutos.
- b. **Suspensión:** cristales de hielo, cristales de lactosa y sólidos de la leche.
- c. **Emulsión:** glóbulos grasos.

La fase dispersa es una espuma formada por burbujas de aire distribuidas en un medio líquido y emulsionadas con la grasa de la leche.

De manera general, la figura 5 representa esquemáticamente la fina estructura de un helado.



**Figura 5: Diagrama esquemático de la microestructura de un helado.**

FUENTE: Clarke (2004)

La NTP 202.057.2006 (INDECOPI, 2013), señala requisitos generales, entre los que se encuentran la apariencia atractiva, textura suave, consistencia uniforme, sin hielo visible ni cristales de lactosa; además de estar libre de gránulos de grasa y no debe contener sustancias ni partículas extrañas.

### 3.3. CRISTALES DE HIELO

El agua es responsable del carácter refrescante del producto, es el medio disolvente de los ingredientes hidrosolubles (azúcares, proteínas, sales, ácidos, sustancias aromáticas) y determina la consistencia del helado de acuerdo cual sea la proporción congelada. Se encuentra en el helado repartida en forma de cristales (cristales de hielo) en un matriz que además contiene agua líquida (soluciones) (Timm, 1989).

De todas las operaciones unitarias por las que somete al helado, son el batido y la congelación las que impactan en la formación de cristales de hielo.

Al finalizar la maduración, la mezcla de helado empieza a batirse y congelarse. Este proceso crea dos fases estructurales discretas, millones de pequeños cristales y burbujas de aire dispersas en una fase concentrada no congelada. La etapa de cristalización consiste en la

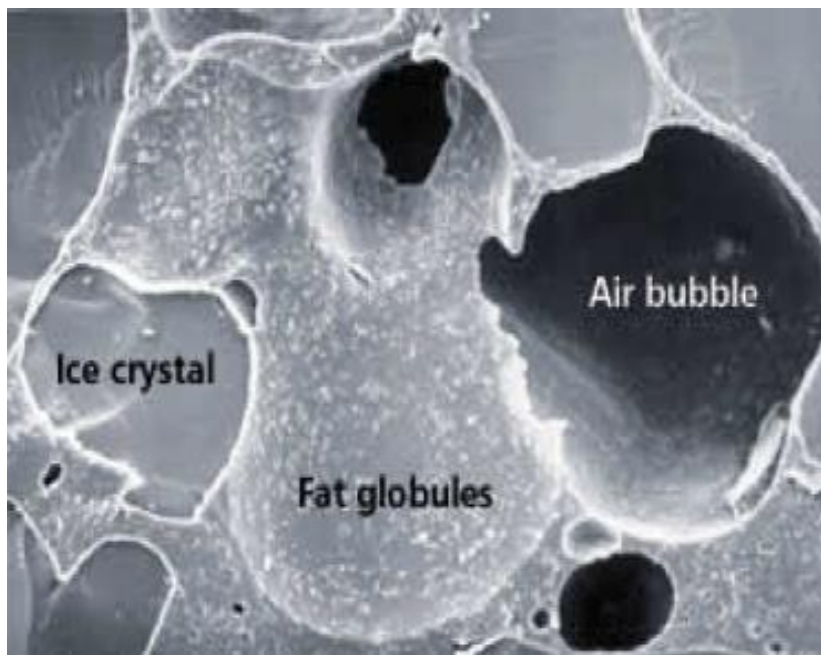
nucleación y crecimiento de los cristales. La nucleación es la asociación de moléculas en una partícula minúscula ordenada, de un tamaño suficiente como para sobrevivir y servir de sitio para el crecimiento de los cristales. El crecimiento de un cristal es el aumento de tamaño de los núcleos por adición ordenada de moléculas.

Estas dos etapas ocurren simultáneamente, por lo tanto se hace necesario controlar sus velocidades relativas para lograr controlar las características del sistema cristalino. A medida que comienza la cristalización, el agua, proveniente de la leche, se va congelando en forma pura. De esta manera comienza a aumentar la concentración de la solución de azúcares debido a la remoción del agua en forma de hielo. El punto de congelación de dicha solución disminuye conjuntamente con el aumento en la concentración. El proceso de batido ayuda a que los cristales de hielo se mantengan en un tamaño discreto. Los cristales de hielo deben tener un diámetro entre 30-50  $\mu\text{m}$ . Es importante lograr la mayor cristalización posible del agua libre en esta etapa, puesto que en la siguiente, endurecimiento, los cristales aumentarán de tamaño, si existe aún agua disponible, y darán por resultado una textura final indeseada.

Otro factor importante es la capacidad de incorporar aire (*overrun*), la cual va a depender de la temperatura. El helado adquiere la textura cremosa- pastosa merced al aire que contiene batido en su masa. El aire incrementa la viscosidad de la mezcla. Éste debe estar finamente distribuido, de manera que las burbujas no puedan advertirse a simple vista. Imparte al producto una textura suave y blanda, una sensación de gran cremosidad y menor sensación de frío en la boca al consumir el helado. Además, también resistencia a la fusión y estabilidad durante el almacenamiento dependen en gran parte de la correcta distribución del aire. El aire incluido en el batido se distribuye finamente en forma de diminutas burbujas, originándose burbujas. (Timm, 1989). La mayor incorporación de aire se produce entre -2 a -3 °C aproximadamente, cuando la mezcla endurece decrece la capacidad de incorporación de aire. Este nuevo ingrediente queda incorporado en forma de pequeñas burbujas o células de 50-80  $\mu\text{m}$  de diámetro. Aproximadamente la mitad del volumen del helado está compuesto por aire, sin él el helado no tendría la estructura suave característica. La estabilidad de este sistema (aire - cristales de hielo - gotas de grasa – fase líquida) dependerá del grado del “*overrun*”, del tamaño de las celdas de aire y, fundamentalmente, del espesor de la capa que rodea las células de aire. Esta capa está constituida por la grasa parcialmente desestabilizada, proteínas lácteas, sales no disueltas y estabilizantes. La misma debe tener

un espesor mínimo de 10  $\mu\text{m}$  y ser suficientemente resistentes.

A igual cantidad de aire incorporado, si las células de aire tienen menor tamaño habrá una mayor área superficial a cubrir por dicha capa, por lo tanto la misma será más delgada y las células estarán más predispuestas a deformarse por la acción de los cristales de hielo. Si las burbujas de aire se unen entre sí y escapan de la matriz, el helado no puede mantener su forma y colapsa. En la figura 6 se muestran burbujas de aire finamente dispersas en el helado.



**Figura 6: Burbujas de aire finamente dispersas en el helado.**

FUENTE: Hartel (2002)

Los glóbulos de grasa, en estado de parcial coalescencia, forman una estructura tridimensional capaz de rodear a las burbujas de aire y mantenerlas estables dentro del sistema. Si los glóbulos grasos se encuentran desestabilizados en exceso, la superficie de las gotas de aire no quedan totalmente cubiertas provocando menor estabilidad en el sistema. Otra porción de los glóbulos grasos se mantiene en la fase acuosa ayudando a reducir la velocidad de fusión del helado.

Cuando se coloca el helado a temperatura ambiente ocurren dos fenómenos: la fusión de los cristales de hielo y el colapso de la estructura espumosa estabilizada por la grasa. La fusión

del hielo depende de la temperatura y condiciones del ambiente (será más rápida a mayor temperatura y en un día ventoso, puesto que aumenta la velocidad de transferencia de calor). Sin embargo, incluso después de que los cristales de hielo hayan fundido, el helado "*no funde*" hasta tanto la espuma estabilizada por los glóbulos grasos no colapse. Esto último es función de la cantidad de grasa parcialmente desestabilizada, la cual puede controlarse con la concentración de emulsionantes.

### **3.4. ENDURECIMIENTO Y ALMACENAMIENTO DEL HELADO**

Bylund (2003) señala que la fabricación de helados de crema no está completa hasta que se somete de forma continua a un endurecimiento a una temperatura de -20 °C. Los productos envasados inmediatamente después de la congelación deben ser transferidos a un túnel de endurecimiento, cuanto más rápido es el endurecimiento mejor es la textura, luego se almacena en estantes o cajones a una temperatura de -25 a -30 ° C.

### **3.5. CRISTALES DE LACTOSA**

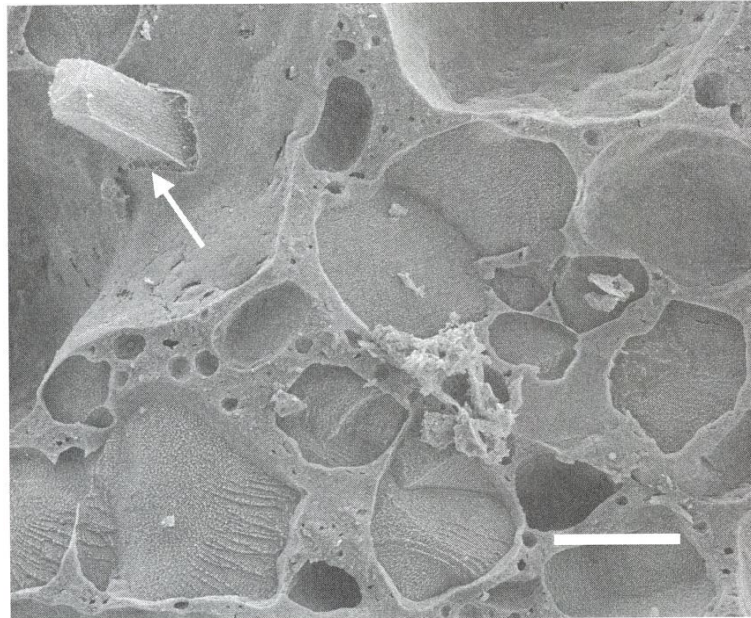
La lactosa es el azúcar que se encuentra en la leche, representa un tercio de la materia seca y el 55 por ciento de sólidos lácteos no grasos. Representa el 20-30 por ciento de los azúcares en el helado final. De hecho, el porcentaje de lactosa en los productos de helado depende mucho de su contenido respectivo en las materias primas utilizadas para preparar recetas.

Early (2000) señala que la lactosa es el componente que limita la cantidad de SLNG utilizada a un 10-11 por ciento. La solubilidad de la lactosa es relativamente baja y en determinadas condiciones puede cristalizarse en grandes cristales (mayores a 15  $\mu\text{m}$ ), puntiagudas en forma de hacha de guerra india. Cuando esta cristalización se produce, el helado presenta una textura arenosa que origina una desagradable sensación en la boca.

Los cristales de lactosa ( $\alpha$ -lactosa monohidratada) se perciben en la boca desde 30  $\mu\text{m}$ , pero en algunos casos ya se puede notar entre 20 y 30  $\mu\text{m}$ . Otro factor a tener en cuenta es la cantidad de cristales ya que podría afectar la percepción de arenosidad.



La figura 7 muestra como un cristal de lactosa sobresale de una burbuja de aire en un helado arenado.



**Figura 7: Cristal de lactosa (flecha) que sobresale de la burbuja de aire, como se ve en el helado arenado por criomicroscopía electrónica. Bar=50  $\mu$ m.**

FUENTE: Clarke (2004)

Se ha comprobado que el defecto de arenosidad puede evitarse si no se añaden más que 17 partes de SLNG por cada 100 partes de agua en la mezcla del helado. La textura arenosa puede deberse también a otros factores. En los helados en los que se añade una pasta de frutas secas, las partículas sólidas actúan como núcleos de cristalización para la lactosa. (Early, 2000).

Hay ocasiones en las que no siempre se observa signos de cristalización de la lactosa cuando esta se encuentra en proporción relativamente alta (Timm, 1989). Es posible que la solución intensamente sobresaturada de sacarosa existente en el producto terminado impide la formación de cristales.

Existen múltiples factores que afectan la cristalización de la lactosa, sin embargo citaremos tres de los principales:

### **3.5.1. FACTORES DE FORMULACIÓN**

- Porcentaje de lactosa, dependiendo del tipo y cantidad de Sólidos Lácteos No Grasos.
- Agua sin congelar a temperatura de almacenamiento, dependiendo principalmente de la cantidad y tipo de azúcares.
- Viscosidad de la fase líquida de helado a temperatura de almacenamiento, dependiendo principalmente del tipo y cantidad de estabilizantes y proteínas.
- Las materias primas añadidas al final en el helado pueden tener un efecto adicional. p.ej. pequeñas inclusiones pueden funcionar como sitio de nucleación para el desarrollo de cristales de lactosa, las salsas pueden cambiar la distribución del azúcar y el agua sin congelar de la mezcla original.
- El uso de estabilizantes para mejorar la estabilidad durante el almacenamiento y retardar el crecimiento de los cristales de hielo y de lactosa. Además, contribuye a controlar la recristalización, se atribuye a la reducción en la movilidad del agua debido a que ésta se encuentra atrapada en una estructura tridimensional. Los polisacáridos estabilizantes forman estructuras tipo gel alrededor de los cristales de hielo en presencia de proteínas de la leche. Los componentes proteicos son necesarios para formar y mejorar dichas estructuras. Cuando la temperatura aumenta se funde el agua de los cristales de hielo y esta agua fundida es retenida en las cercanías del cristal de hielo original gracias a la red molecular polisacárida. Esto permite que, al volver a disminuir la temperatura, el agua fundida tenga mayor tendencia a recristalizar en el mismo cristal original, dentro de la matriz del gel, en vez de migrar a la superficie de otro cristal de mayor tamaño.

### **3.5.2. FACTORES DE PROCESAMIENTO**

- Velocidad de endurecimiento: La cristalización de la lactosa parece ocurrir

principalmente a temperaturas intermedias entre la dosificación y la temperatura de almacenamiento (por ejemplo alrededor de -10 °C).

Sin embargo, la cristalización de la lactosa requiere horas para comenzar, por lo que un endurecimiento rápido evita la formación de cristales durante el procesamiento. Por el contrario, los productos con endurecimiento lento (mucho tiempo a temperaturas sensibles) tendrán más posibilidades de formar y cultivar cristales de lactosa ya durante el procesamiento y desarrollar arena durante la vida comercial.

### **3.5.3. FACTORES DE DISTRIBUCIÓN**

La alta temperatura de almacenamiento y las fluctuaciones de temperatura durante la vida útil aumentan la posibilidad de formar cristales de lactosa perceptibles.

#### **a. LOGÍSTICA EN LA INDUSTRIA DE HELADOS**

La logística física dentro es una de las operaciones más importantes de la cadena de suministros para preservar las características de calidad de los helados. Por lo tanto, la industria define pautas para el almacenamiento, manipulación y transporte de productos terminados hasta su entrega al consumidor final, donde la temperatura es el punto a controlar.

#### **b. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**

Toda fluctuación de la temperatura de almacenamiento provoca fusión y recristalización, que conduce a una textura grosera y a la presencia de cristales de hielo, que hacen que el producto sea menos agradable al consumidor. Un almacenamiento prolongado puede acarrear también una pérdida de agua por sublimación, que depende mucho de la permeabilidad del embalaje. Considerar además que incluso a -26 °C queda del orden del 10% de agua no congelada. (Gonzales *et al.*, 2012).

Respecto al lugar de almacenamiento, este debe ser accesible, estar correctamente aislado y muy cerca de los lugares de entrega al cliente. El establecimiento debe estar respaldado por una fuente de energía fiable para operaciones 24/7.

- **Nivel del suelo:** El diseño más eficiente incorpora un nivel del piso interno que es igual al nivel de piso de camiones. Se recomienda que este piso elevado sea de 1250 mm sobre el nivel de la carretera para camiones grandes y 800 mm para vehículos más pequeños.
- **Manejo de productos:** Como regla general, las unidades de medida para recepción y entrega de productos serán pallets completos, camas completas. Los productos serán recibidos completamente congelados desde la línea de producción o por un túnel de congelación. En caso de requerir realizar un picking para separar parte de producto, debe designarse una zona separada de la actividad principal.
- **Equipos para manejo de productos:** Se utilizan carretillas elevadoras, transpaletas manuales y rollos de las jaulas. Los equipos que tengan circuitos electrónicos deben estar provistos de sellos y juntas a prueba de humedad. En estos establecimientos no se deberán usar equipos con motor a combustión incluyendo las carretillas elevadoras de hidrógeno.

### c. CONTROL DE TEMPERATURA EN EL ALMACÉN

Se requiere de un completo control de temperatura a lo largo de toda la cadena de distribución, incluyendo almacén. El seguimiento debe ser constante y en caso que se presente una desviación en los rangos de temperatura establecidos debe activarse una alarma o un sistema de comunicación instantánea y realizar la investigación de la causa de esta desviación.

- **Nivel de temperatura:** En los almacenes de frío el punto de ajuste de referencia debe ser a  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la temperatura más alta no debe estar por encima de  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$

o por debajo de  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  sin un correctivo. En ambos casos, el rango debe ser  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- **Uso de refrigerantes naturales:** se recomienda el uso de refrigerantes naturales como amoníaco (R717 y  $\text{CO}_2$  (R744)). El  $\text{CO}_2$  se distribuye dentro de la sala y el amoníaco se limita de manera segura a la sala de máquinas (separado). Una alternativa para los sitios pequeños puede ser el uso de HC (hidrocarburos) en lugar de amoníaco, en combinación con  $\text{CO}_2$ , siempre que la unidad de refrigeración HC está instalado al aire libre en un lugar seguro por su naturaleza inflamable y explosiva.
  
- **Puertas:** Las puertas deben permanecer cerradas todo el tiempo posible. Se recomienda un sistema de cierre automático. Debe establecerse una rutina de verificación de los sellos/juntas de las puertas y solicitar su cambio o reparación inmediata en caso sea necesario. Las puertas deben tener una calificación de fuego de 2 horas o igual a la clasificación de fuego en la pared.
  
- **Cortinas de plástico:** Ayudan a retener el flujo de aire y prevenir la penetración de vapor de agua por esta razón en todo momento deben estar en buen estado. No constituyen una alternativa de sustitución de puertas cerradas.
  
- **Zona de despacho:** la carga debe ser preparada dentro de la cámara de frío, no en la antecámara ni en el muelle de carga para evitar la pérdida de frío en los productos y debe ser lo más rápido posible.
  
- **Antecámara:** Para conservar la temperatura, la puerta interna a la zona de almacenamiento de la cámara nunca debe estar abierta al mismo tiempo que la puerta externa. Estas áreas deben estar claramente delimitadas a la zona de preparación de carga. La antecámara no es un lugar para almacenar o para que los productos permanezcan por un tiempo prolongado. El diseño de la antecámara debe facilitar la rápida carga y descarga de productos y debe estar libre de otros materiales de almacenamiento como pallets, etc.

- **Muelle de carga:** Las juntas de la puerta deben estar selladas y en buen estado para evitar el flujo de aire. El área de la rampa debe ser de superficie rugosa para evitar deslizamientos.
- **Mantener la cadena de frío:** En ningún momento desde la fábrica hasta el almacén de frío, la distribución y en el punto de venta la temperatura de los helados deben llegar a  $-18^{\circ}\text{C}$ . En caso se requiera hacer una carga de producto a temperatura ambiente, el tiempo máximo para esta operación es de 20 minutos para evitar el deterioro del producto.

El momento crucial ocurre a los 20 minutos y es la diferencia entre el impacto de calidad y el impacto de seguridad del helado. En helados el deterioro es más rápido en comparación con otros alimentos congelados.

### **Aislamiento del almacén**

La construcción debe estar diseñada para soportar temperaturas de  $10^{\circ}\text{C}$  por encima de la temperatura máxima registrada en la localidad geográfica. El aislamiento debe ser suficiente para mantener condiciones constantes para un mínimo de 8 horas sin refrigeración. Para climas cálidos se recomienda evaluar el diseño de almacén subterráneo para reducir los requisitos de aislamiento y refrigeración.

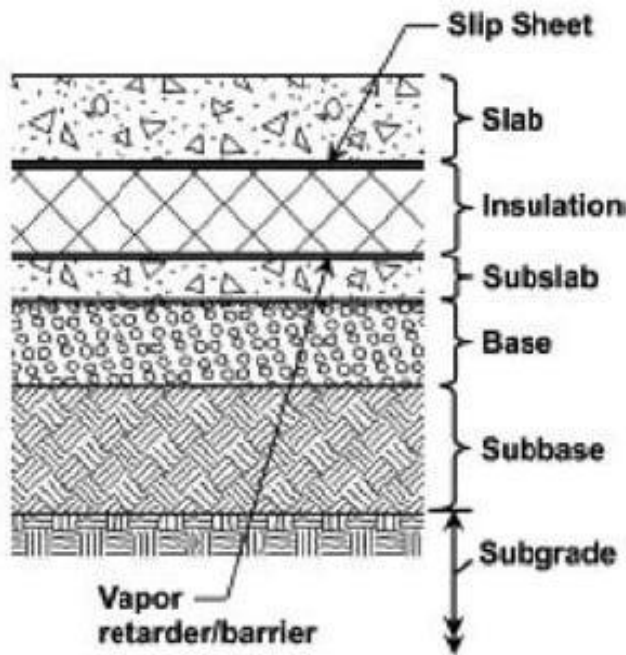
- **Muros y cubiertas:** Los materiales de aislamiento utilizados en forma de panel sándwich deben ser anti-combustible y anti-hongos. Se recomienda el uso de poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR). La lana mineral (vidrio o fibra). Se debe prestar atención a los huecos y bordes para asegurar que estén sellados y prevenir el flujo de aire. En zonas de clima cálido se deben considerar los techos dobles para reducir el factor de calentamiento del sol directo. Debe seleccionarse un valor R de más de 5,5 para el material de aislamiento. La iluminación debe ser de un tipo que no introduce una fuente de calor y el aislamiento alrededor y encima de los accesorios deben ser sellados.

- **Vapor de agua:** El vapor de agua después de la penetración en la cámara frigorífica se convierte en hielo, esto puede causar daños a la cámara frigorífica y representa un riesgo de seguridad para el personal. Las soluciones comunes son:

Las barreras de vapor, de polietileno, películas de *Mylar*, láminas de bitumen/aluminio.

El aire bloquea en la antesala - enfriadores de aire o ruedas desecantes, condensando la humedad en el aire y continúa de drenaje al exterior.

- **Pisos:** Por diseño la mayoría de los pisos están contruidos para permitir la calefacción más aislamiento del piso de cemento y en la parte superior deben contar con superficie antideslizante.



**Figura 8: Bosquejo de Instituto Americano de Concreto.**

FUENTE: NESTLÉ (2017)

Los pisos que no estén aislados o calentados se congelarán y la estructura se derrumbará por efecto de la expansión por congelación del contenido de agua. Los

elementos calefactores deben ser verificados periódicamente para su funcionamiento e idealmente conectados a un panel de alarma para alertar a las personas responsables de cualquier fallo que requiera atención inmediata.

En los países húmedos, las tuberías de drenaje se colocan generalmente en la sub-base con una pendiente o paso para permitir el drenaje natural.

Las juntas del piso deben estar selladas. Esto incluye a las juntas de dilatación. Todas las grietas deben ser reparadas rápidamente.

Los bordes de la planta deben tener un “moldura” para permitir el lavado de la zona.

#### **d. TRANSPORTE**

Al momento de realizar la carga del producto en el camión refrigerado, se recomienda un pre-enfriamiento de la cámara del vehículo.

- Asegurar la circulación de aire dentro del vehículo.
- No obstruir el evaporador, dejar suficiente espacio por encima de la carga (por lo menos 12 cm) y entre la puerta trasera y la carga (por lo menos 5 cm).
- El patrón de circulación de aire más común en los camiones refrigerados es la entrega de aire superior.
- Los contenedores refrigerados están normalmente equipados con suministro de aire inferior. A fin de garantizar el flujo de aire, se recomienda utilizar recipientes con ranuras en el piso o utilizar pallets de madera y / o plástico.



- Para la importación / exportación y el transporte entre instalaciones, el punto de el punto de seteo debe estar a -23 °C (-9.39 °F) y la temperatura nunca debe estar por encima de -21 °C (-6 °F).
  
- Las puertas del vehículo deben sellar con eficacia.
  
- Sellos de las puertas / juntas deben ser revisados regularmente e inmediatamente reparados si es necesario.
  
- Cuando sea posible, la entrega a los clientes debe ser realizada por la tarde, noche o en la madrugada, esto permitirá aprovechar mejor flujo de tráfico, menos emisiones de CO<sub>2</sub>, más opciones para el estacionamiento y menor calor externo.

## IV. CONCLUSIONES

- El principal motivo de reclamos de consumidores en la industria de helados es por defectos en las características sensoriales.
- Las características sensoriales más valoradas por los consumidores en los helados de crema son la textura y aspecto de la crema.
- Los defectos de aspecto/apariencia y arenado se originan por la excesiva formación de cristales, de hielo y de lactosa respectivamente.
- El principal parámetro de control en la industria de los helados es la temperatura.
- La recristalización, que ocurre por fluctuaciones de temperatura durante el almacenamiento o distribución genera los principales defectos en los helados.
- Hasta ahora las mejores opciones para prevenir el arenado de la cristalización de la lactosa son:
  - Baja concentración de lactosa en la receta (diseño de la receta).
  - Controlar las fluctuaciones de la concentración debido a la variación de las materias primas (aseguramiento de la calidad).
  - Endurecimiento del producto lo más rápido posible (proceso).
  - Minimizar el choque térmico durante la vida comercial (distribución).
- La mejor opción para el congelamiento de los helados es el método más rápido, ya que evita la formación de cristales de gran tamaño.

- El control de la cadena de frío es primordial para preservar las características sensoriales de los helados.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Evaluar si los helados a los que se les adiciona probióticos / prebióticos sufren el impacto de los procesos de congelación por lo que pasan los helados.
- Evaluar un diseño que minimice la pérdida de frío en un almacén de congelamiento en el área de la antecámara.
- Desarrollar un sistema de aislamiento para vehículos de transporte de alimentos congelados con menor consumo de energía.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bylund, G. 2003. Manual de Industrias Lácteas. 1 ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. s.p.

Cenzano, I. 1994. Elaboración y control de calidad de los helados. Madrid, España, Madrid Vicente. s.p.

Clarke, C. 2004. The science of ice cream, Cambridge: The royal society of chemistry.

Codex alimentarius. 1997. [Helados de crema (en línea)] Norma: CAC/RCP 1-1969, Rev.3.FAO. Via delle Terme di Caracalla, Roma, Italia. Consultado 09 set. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/search/queryhit.htm>.

Early R. 2000. Tecnología de los productos lácteos. Zaragoza, España, Acribia. s.p.

Elettronica VENETA. Entrenador para la ultracongelación mod. SUR/EV (en línea). Manual de teoría y de funcionamiento. Consultado el 09 set. 2017. Disponible en <http://www.elettronicaveneta.com>.

Fraser, B. 1996. Manual de tecnología de Helados. Chile, Universidad Austral de Chile.

Geankoplis, C. 1998. Procesos de transporte y operaciones unitarias. México, Continental. s.p.

González, J. *et al.* 2012. Estado del arte y avances en la elaboración de helados. Revista Académica de Investigación Tlatemoani (11).

Hartel, W. 2002. Crystallization in foods: handbook of industrial crystallization. 2 ed. p. 287-304.

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, Perú). 2013. Leche y productos lácteos: helados, requisitos. Norma NTP 202.057.2006

Timm, F. 1989. Fabricación de helados. Zaragoza, España, Acribia. s. p.

Ulcuango, W. 2011. Evaluación de los ingredientes funcionales (crema y estabilizante) en la elaboración de helados de crema (en línea). Consultado 07 set. 2017. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/442>.