

TEMA 9	LA CIENCIA DE LOS HELADOS
Ficha 37	9.1 La textura de los helados
<p>Objetivos:</p> <p>Entender el concepto de textura y la importancia del procesado y los ingredientes para conseguir una microestructura óptima.</p>	<p>INTRODUCCIÓN</p> <p>El término textura referido a los alimentos, se utiliza cuando se pretende destacar la sensación que nos produce en la boca, la estructura o la disposición de sus componentes. Al degustar un alimento lo primero para definirlo es explicar su sabor (que percibimos a través del gusto y olfato) pero, además, está la percepción de la textura relacionada con el sentido del tacto en la boca y que tiene que ver con las características físicas del alimento (densidad, viscosidad, tensión superficial etc.)</p> <p>La textura es la única propiedad organoléptica que diferencia los alimentos sólidos de los líquidos y determina los tiempos y las modalidades de masticación. Así como también determina la secuencia y la intensidad de los aromas y sabores.</p> <p>Como un símil sencillo se puede comparar la textura de los alimentos al diseño de una casa, pues para construirla no solo necesitamos las cantidades exactas de ladrillos y cemento, sino que necesitamos conocer el diseño de la misma, en los alimentos, la textura es la arquitectura de las moléculas que lo integran. La mayoría de las texturas gastronómicas son inestables, algunas como los helados tienen una vida media de unos pocos minutos.</p> <p>En la elaboración de los helados, el procesado es una etapa fundamental para conseguir la textura adecuada. Esto lo podemos comprobar fácilmente, si simplemente mezclamos todos los ingredientes de un helado (azúcar, nata, frutas, chocolate, etc.) y lo introducimos en el congelador, después de un tiempo podremos comprobar que no obtenemos un bloque que no se parece nada a un helado cremoso.</p>

<p>Ingredientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tarrinas de helados cremosos de diferentes calidades. - Polos de hielo. - Sorbetes 	<p>Para conseguir un buen helado, con la cremosidad adecuada se debe formar una dispersión coloidal de varios componentes: las burbujas de aire, los glóbulos de grasa y los cristales de hielo. Es decir, se formará una espuma, una emulsión y una dispersión de pequeños cristales de hielo. Cada uno de los ingredientes participan en la formación y estabilidad de la estructura a nivel microscópico y que se traduce a nivel macroscópico en las características organolépticas del producto.</p>
	<h2>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</h2>
	<p>Se pide a los participantes que sean capaces de explicar atributos relacionados con la textura, de varios helados diferentes.</p>

RESULTADOS

Los participantes resaltarán texturas como cremoso, suave, firme, casi masticable, que corresponden a atributos positivos en un helado.

Y algunos otros atributos que indican defectos en la textura de los helados cremosos pueden ser: acuoso, gomoso, espeso, arenoso, esponjoso, blando, meloso, pastoso, quebradizo, sólido.

Comparar también las diferentes texturas que presentan los helados de hielo y los helados cremosos.

Conocer la microestructura del helado y cómo influye en la textura en boca, además de profundizar en el conocimiento de la calidad y la composición química de los ingredientes que se utilizan en la elaboración de los helados son algunos de los objetivos de este tema.

cantidad en gramos de fruta (pelada), con la misma cantidad en masa de sirope y unas gotas de limón.

Como ejemplo:

Helado de plátano	100 g de plátano	100 g de jarabe de azúcar	Zumo de limón
Helado de fresa	100 g de fresas	100 g de jarabe de azúcar	Zumo de limón
Helado de naranja	100g de zumo	100 g de jarabe de azúcar	

Se introducen en los moldes para helados y se congela 24h

CUESTIONES

- ¿Por qué sentimos que los helados de hielo, son los que más nos refrescan?
- Dibuja como es la microestructura de un helado de hielo.

RESULTADOS

Respuesta a)

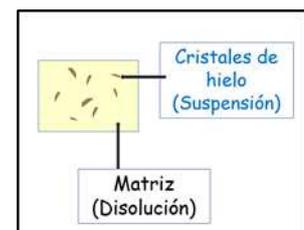
Aunque dos helados, uno de hielo y otro cremoso, estén a la misma temperatura, la percepción del frío en la boca es mayor en los helados de hielo que en los helados cremosos.

La explicación es, que un helado refresca más cuanto mayor es su contenido en hielo, los helados de hielo contienen una proporción mayor un 75 %, frente al helado lácteo que contiene un 30 % de hielo, en un mismo volumen de helado.

A esto se le suma el hecho de que la conductividad térmica del hielo es mucho mayor que la del aire, los helados cremosos contienen pequeñas burbujas de aire a diferencia de los helados de hielo, lo que produce que en estos últimos el calor se elimine más rápidamente.

Respuesta b)

La microestructura de un helado de hielo (polo) es una dispersión de pequeños cristales de hielo en una matriz (líquido azucarado).



TEMA 9	LA CIENCIA DE LOS HELADOS
Ficha 39	9.3 Helados lácteos: burbujas de aire
<p>Objetivo:</p> <p>Comprender la microestructura de los helados cremosos o lácteos.</p>	<p>INTRODUCCIÓN</p> <p>Los helados cremosos o lácteos tienen mayor número de ingredientes que los helados de hielo, entre ellos; leche entera, nata para montar, leche en polvo, todos estos ingredientes aportan grasa y proteínas, fundamentales en la preparación de este tipo de helados. Su elaboración no es tan sencilla como la de los helados de agua. Seguramente, habréis comprobado que, si una parte de un helado cremoso se funde y se vuelve a congelar, al volver a consumirlo su textura habrá cambiado y esto es, porque su microestructura ha cambiado.</p> <p>Los helados lácteos constituyen un sistema disperso complejo, que además de contener cristales de hielo en su matriz, contienen burbujas de aire y gotitas de grasa.</p> <p>Por lo tanto, se puede considerar que la microestructura de un helado lácteo está formada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • una espuma (dispersión de burbujas de aire) • una emulsión (contiene gotitas o glóbulos de grasa) • una suspensión de pequeños cristales de hielo • y una disolución muy concentrada de azúcares (matriz) en el que se encuentran inmersos los anteriores componentes. <p>Los ingredientes principales del helado, proporcionan las propiedades sensoriales básicas que asociamos con este producto, el hielo refresca, el aire lo hace blando y ligero y la grasa le proporciona la cremosidad.</p> <p>El helado lácteo es un material compuesto, sus propiedades dependen tanto de la calidad, como de la cantidad de sus ingredientes y del proceso de elaboración para conseguir la microestructura óptima (tamaño, forma, y conectividad de las partículas), que a nivel macroscópico se manifestará en una textura óptima.</p>

Observemos un helado mediante un microscopio electrónico de barrido. En un microscopio electrónico se emplea un haz de electrones para formar una imagen. Una de las características del microscopio electrónico de barrido es que tiene una gran profundidad de campo, es decir, que una gran parte de la muestra queda enfocada.

Como puede observarse, el helado tiene una microestructura compleja a escalas de longitud comprendidas entre 1 micra y 1 milímetro.

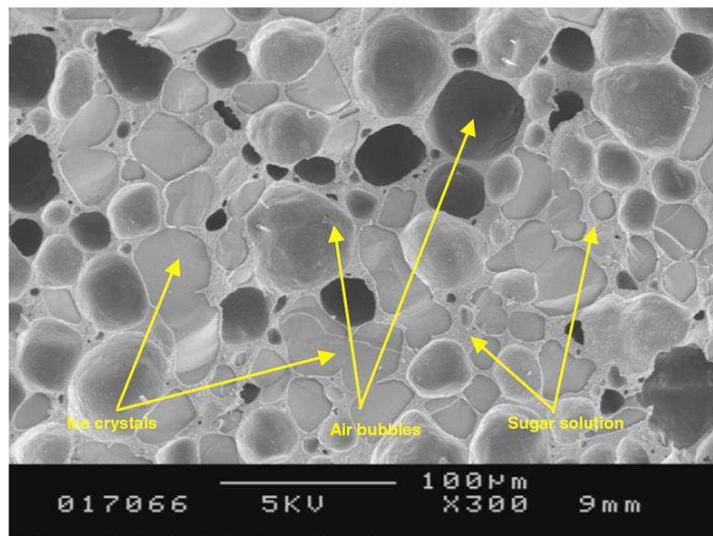


Table 7.2 Typical parameters of the structural components of ice cream

Microstructural component	Volume fraction (%)	Size (μm)	Number (per litre)	Surface area ($\text{m}^2 \text{l}^{-1}$)
Ice	30	50	5×10^9	40
Air	50	60	4×10^9	50
Fat	5	1	1×10^{14}	300
Matrix	15	–	–	–

En la imagen se pueden observar:

Los cristales de hielo que están formados por agua.

Aparecen como objetos de forma irregular, a menudo con esquinas angulosas y con lados planos, con un tamaño típico de 50 micras. En algunos casos es posible observar como dos o más cristales de hielo han comenzado a unirse. Ocupan aproximadamente un 30 % del volumen total. Los tamaños de los cristales influyen en la textura del helado. Los cristales pequeños confieren al helado una textura suave, en cambio, si los cristales son demasiado grandes el helado será arenoso.

- Tarrina de helado comercial y casero
- vaso de 150 mL

La matriz.

La matriz es la fase continua que existe entre las burbujas de aire y los cristales de hielo. Es una disolución viscosa de azúcar que mantiene unidos los demás componentes. La matriz es una disolución de azúcares, proteínas de la leche, estabilizantes, aromas y colorantes, en la cual está suspendida parte de la grasa en forma de gotitas. Ocupa alrededor del 15 % del volumen total.

Las gotitas de grasa.

Las gotitas o góbulos de grasa tienen un tamaño medio de una micra.

Están formadas por la grasa, y estabilizadas por proteínas de la leche y por otros emulsionantes. Pueden contener algunos aromas y sabores.

El papel más importante de la grasa en el helado es estabilizar las burbujas de aire, pero además tiene un efecto importante sobre las propiedades sensoriales, como la suavidad y el poder de recubrir la boca.

Pueden observarse en la siguiente imagen, gotitas de grasa discretas y parcialmente unidas tanto en la matriz como sobre la superficie de las burbujas de aire. La grasa ocupa aproximadamente un 5 % del volumen total.

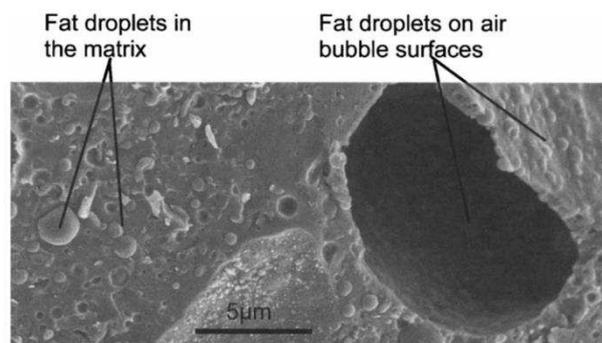


Figure 7.10 Scanning electron micrograph showing fat droplets in the matrix and on the surface of the air bubbles

Las burbujas de aire.

El aire en el helado se encuentra distribuido en pequeñas burbujas en el interior de la matriz, estas burbujas son estabilizadas por las proteínas y

grasa endurecida que forman una capa alrededor y las mantiene separadas unas de otras, al calentarse el helado la estructura se desmorona y las burbujas escapan de la matriz, como un globo cuando se deshinchas.

Su tamaño es algo mayor que los cristales de hielo (tamaño típico 60 micras) y aparecen de color oscuro en las imágenes al microscopio. Algunas burbujas de aire aparecen en la imagen no son esféricas están deformadas debido al crecimiento de cristales.

El aire es el componente mayoritario (en volumen) de un helado. El porcentaje de aire influye directamente en la textura del helado, generalmente se encuentra entre el 30-50 % del volumen total. La cantidad de aire en cada helado debe ser la óptima, pues si es excesiva el helado presentará apariencia de espuma y, por otro lado, si es inferior el helado será duro y pesado.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Cálculo de la cantidad de aire que contiene un helado.

Para expresar la cantidad de aire en un helado se utiliza la expresión “overrun” que se define como el aumento del volumen que experimenta la mezcla debida al aire incorporado en la elaboración.

Un overrun del 30 % nos indica que, partiendo inicialmente de una mezcla de helado de 100 L, finalmente después de introducir el aire en el helado, el volumen será de 130 L. Expresado de otra forma el 30 % del volumen total del helado es aire. Para hacer este cálculo, se puede considerar el volumen de la mezcla de 100 L; $V_{mezcla}=100\text{ L}$ $V_{aire}=30\text{ L}$ $V_{helado} = 100+30 = 130\text{ L}$

$$\%_{\text{de aire}} = (30/130) \times 100$$

La expresión para calcular el overrun mediante las densidades de la mezcla y el helado es:

$$\% \text{ overrun} = 100 (\rho_m - \rho_h) / \rho_h$$

ρ_m Densidad de la mezcla (masa del helado derretida)

ρ_h Densidad del helado

En la práctica se puede realizar de dos formas, midiendo las masas o los volúmenes:

- **Procedimiento 1:** Midiendo la masa de un mismo volumen de mezcla y de helado.

Teniendo en cuenta que la densidad es la masa dividida entre el volumen, si se igualan la masa de la mezcla y del helado la expresión resultante es:

$$\% \text{ overrun} = 100 (m_m - m_h) / m_h$$

m_m masa de la mezcla (masa del helado derretido) en un volumen determinado

m_h masa del helado contenido en el mismo volumen.

Procedimiento.

Llenar completamente un vaso transparente con el helado congelado, evitando que queden huecos y pesarlo (m_h). A continuación, descongelar el helado y completar el vaso con más helado descongelado, anotar la masa de la mezcla (m_m).

Comentario: Cuando se elabore helado casero se medirá la masa m_m antes de introducirla en la heladera y una vez elaborado el helado se medirá m_h .

- **Procedimiento 2:** Se mide el volumen que ocupa, una determinada cantidad de helado antes y después de descongelarse. En este caso la masa permanece constante y la expresión queda de la siguiente forma:

$$\% \text{ overrun} = 100 (V_h - V_m) / V_m$$

V_h Volumen del helado congelado

V_m Volumen de la mezcla (helado anterior derretido)

Para medir los volúmenes, se puede marcar con un rotulador en el vaso o tarrina, el nivel que ocupa el helado antes y después de descongelarse. A continuación, se rellenan ambos niveles con agua y se miden los dos volúmenes con ayuda de una probeta.

CUESTIONES

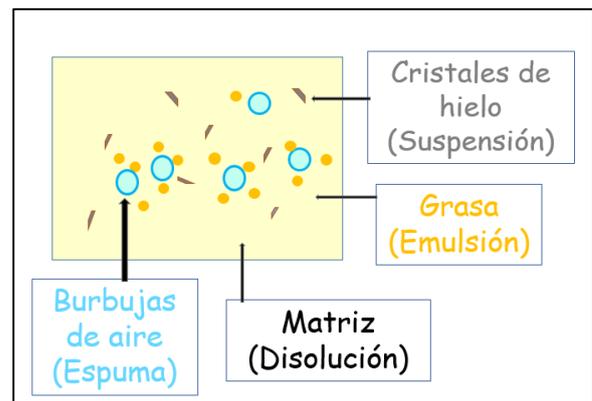
- Dibuja como es la microestructura de un helado lácteo. ¿Por dónde se romperá la microestructura durante su consumo?
- Obtener el dato cuantitativamente del porcentaje de aire.

RESULTADOS

Resultado a)

- Dibujo de microestructura de un helado lácteo.

Un helado lácteo está constituido por burbujas de aire, gotas de grasa y los pequeños cristales de hielo todos ellos dispersos en el interior de una disolución muy viscosa, con una alta concentración de azúcares (matriz).

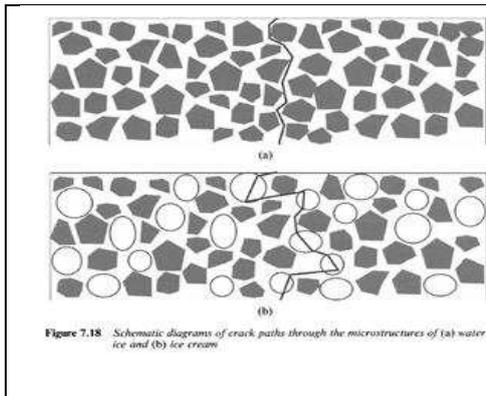


¿Por dónde se romperá la microestructura durante su consumo?

Las propiedades sensoriales dependen no solo de la microestructura, sino también de como la microestructura se rompe y se desmorona durante el consumo. La microestructura debe ser lo suficientemente estable como para que pueda almacenarse por un período razonable de tiempo, pero no tan estable como para que no pueda romperse al consumirlo. La naturaleza de la deformación depende del tipo de producto.

Los helados de hielo se chupan y los helados cremosos se comen con cuchara o se muerden, y se calientan en la boca antes de proceder a su disgregación entre la boca y la lengua.

La Figura 7.18 muestra unas rutas esquemáticas de grietas a través de un polo de hielo y a través de un helado.



La parte más débil de la microestructura del polo de hielo es la interfase hielo-matriz, de forma que la grieta sigue un camino a través de las aristas de los cristales de hielo.

En el helado, las zonas más débiles de la microestructura son las burbujas de aire y, por eso, la grieta pasa a través de ellos.

Resultado b)

Obtener el dato cuantitativamente del porcentaje de aire.

Se procede a calcular el Overrun de un helado de nata, mediante la medición de las masas.

Se pesa el helado (m_h), contenido en un vaso de plástico transparente (asegurarse de que todo el vaso esté relleno de helado).

Posteriormente se deja descongelar, se remueve con una cucharita para eliminar las burbujas de aire que puedan quedar en el interior y se completa el volumen con más helado derritado hasta completar el volumen del vaso y se pesa (m_m).



Masa del helado =63,5 g



Se descongela y se rellena.

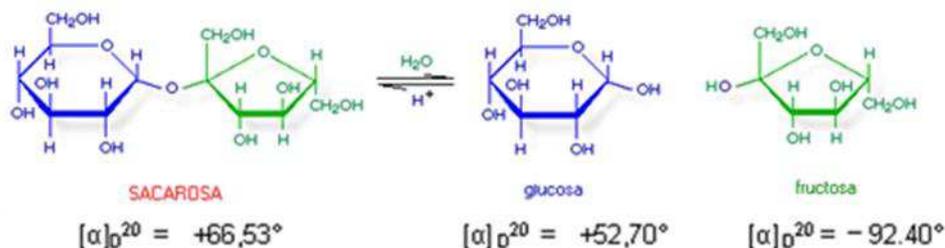


Masa de la mezcla =78,4 g

Con los datos obtenidos el valor del Overrun es del 23,4 %, lo que significa en términos de volumen que el 19 %* del volumen total del helado es aire. La cantidad de aire varía con la calidad del helado, los helados más baratos suelen contener más cantidad de aire que otros helados de mejor calidad tipo Premium. Los helados caseros por la forma de elaboración presentan casi siempre un valor inferior de overrun, comparado con los helados industriales.

TEMA 9	LA CIENCIA DE LOS HELADOS
Ficha 9.4	9.4 Componentes de helado: azúcar invertido y el sabor de los azúcares
Objetivo: Entender la función del azúcar en el helado. Diferenciar el sabor dulce de los distintos azúcares.	INTRODUCCIÓN Las funciones del azúcar en un helado son varias, proporciona dulzor, realza los sabores, controlan la temperatura de congelación haciendo que sea inferior a la del agua, y además regula la formación de cristales de hielo, todo ello favorecerá que el helado tenga una textura adecuada. No todos los azúcares saben igual, cada azúcar presenta un poder edulcorante o dulzor y un poder anticongelante distinto. El azúcar común (la sacarosa) es el que se utiliza en mayor proporción y se combina en las recetas junto con otros azúcares, como la glucosa, el azúcar invertido y la miel. El azúcar invertido y la miel se suelen denominar como “anticristalizantes”, ya que evitan la cristalización de la sacarosa y la lactosa (azúcar de la leche). Además, ayudan a que se formen cristales de hielo pequeños, consiguiéndose de esta forma una textura más agradable, suave y refinada. En términos químicos, el azúcar común es un disacárido, constituido por dos monosacáridos, una molécula de glucosa y una de fructosa, unidas por un enlace glicosídico. Si se calienta una disolución acuosa de sacarosa a la que se ha añadido un ácido, la sacarosa se hidroliza, y se descompone en los dos monosacáridos. A esta mezcla de glucosa y fructosa se le denomina azúcar invertido. Este nombre hace referencia a una propiedad que poseen los azúcares y otras sustancias, denominada actividad óptica. En 1813, Jean Baptiste Biot observó que el plano de la luz polarizada se desviaba hacia la derecha (+) o hacia la izquierda (-) cuando pasaba a través de monocristales de cuarzo o de disoluciones acuosas que contenían ácido tartárico o azúcar. La sacarosa disuelta desvía el plano de polarización de la luz hacia la derecha, en cambio la mezcla de glucosa y fructosa, desvían el plano de polarización hacia la izquierda.

De aquí el término de inversión, puesto que el valor positivo inicial correspondiente a la sacarosa pasa a un valor negativo al finalizar la reacción de hidrólisis.



La miel es un azúcar invertido natural producido por la acción de la enzima que se encuentra en la saliva de los insectos (invertasa o sacarasa) y que en contacto con la sacarosa la hidroliza.

El poder edulcorante del azúcar invertido es un 30 % mayor que el azúcar común, pues la glucosa y la fructosa tienen mayor poder edulcorante que la sacarosa. Esto permite disminuir las calorías de una preparación, si parte de la sacarosa se sustituye por una cantidad inferior de azúcar invertido.

Material y reactivos

- Sacarosa
- Levadura química que contenga dos sobres.
- Un sobre blanco que contiene ácido tartárico y málico y un sobre azul que contiene bicarbonato sódico.
- Polarímetro y cubetas.
- Fructosa, glucosa, sacarosa.
- Vasitos
- Probetas
- Cucharillas
- Balanza

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se proponen 3 experimentos:

1. El sabor de los azúcares

En este experimento comprobaremos el dulzor de los diferentes azúcares.

Se preparan 4 disoluciones acuosas al 4 % (p/V) de cada tipo de azúcar.

Colocar las disoluciones en vasitos etiquetados convenientemente. A continuación, cada alumno los ordenará según el dulzor que experimentamos al degustarlo.

2. Preparación del azúcar invertido (sacarosa hidrolizada).

Realizar la hidrólisis ácida de la sacarosa, dando lugar a lo que se conoce como "azúcar invertido".

- Calentar en un cazo a fuego medio 150 mL de agua mineral. Cuando llegue a unos 40 °C añadimos 350 g de azúcar y removemos hasta que se disuelva.

- Seguir calentado hasta que la temperatura alcance 80 °C.
- A continuación, se vierte el contenido del sobre blanco (ácido tartárico) y seguimos agitando la mezcla. (El ácido cataliza la hidrólisis)
- Una vez que se alcancen los 100 °C, apagamos el fuego y se deja enfriar hasta que baje la temperatura a 50 °C.
- Se vierte el contenido del sobre morado (bicarbonato sódico) y seguimos removiendo con la varilla. Se forma bastante espuma, pero ésta desaparece al cabo de unos minutos. (El bicarbonato neutraliza el ácido, en esta reacción y se desprende CO₂)

Este azúcar invertido si se ha preparado en la cocina se puede utilizar en la elaboración de helados o bizcochos. Si no utilizamos toda la cantidad de azúcar invertido, se puede envasar en un tarro esterilizado (hervido) y guardarlo en la nevera durante varias semanas.

3. Medición en el polarímetro de la actividad óptica de disoluciones al 2 % (p/V) de sacarosa, fructosa y glucosa, miel y sacarosa hidrolizada.

Preparación de la sacarosa hidrolizada:

1-Colocar 10 mL de solución de sacarosa en un tubo de ensayo, añadir 2 mL de HCl 1 M.

2- Calentar cuidadosamente en un baño maría entre 60 y 65°C durante 10 minutos agitando de vez en cuando.

(ATENCIÓN: la temperatura del baño no debe superar los 70°C)

3- Enfriar la disolución antes de medir en el polarímetro.

CUESTIONES

- a) Probar los diferentes azúcares y clasificarlos según el poder edulcorante.
- b) Según los resultados del apartado 3, clasificar los azúcares según el sentido en que desvían la luz polarizada.

RESULTADOS

Resultados a) Probar los diferentes azúcares y clasificarlos según el poder edulcorante.

Al realizar la degustación de los azúcares con los alumnos, suelen poner en primer lugar como los azúcares más dulces la fructosa y otros la glucosa, pero siempre en tercer y cuarto lugar la sacarosa y la lactosa respectivamente. Se ha de tener en cuenta que el sabor es una cualidad subjetiva, cada persona puede percibir los sabores de forma diferente.

El poder edulcorante (POD) o dulzor de los diferentes azúcares se determina mediante catas realizadas por numerosas personas, que comparan el dulzor de los diferentes azúcares con una disolución de sacarosa que sirve de referencia y a la que se le asigna el valor de 1 (también 100). Los resultados se promedian para obtener un consenso general. La fructosa más dulce que la sacarosa se asigna el valor $POD = 1,75$ a la glucosa el valor de $POD = 0,75$ y a la lactosa mucho menos dulce que la sacarosa, el valor de $POD = 0,166$.

Sugerencias:

Se puede determinar cuál es la concentración mínima de azúcar en agua que podemos detectar, para ello partiendo de la concentración inicial (4 g/L) se hacen diluciones al 50 % con agua, para obtener disoluciones cada vez más diluidas (2 g/L, 1 g/L, 1/2 g/L...) de alguno de los azúcares y proceder a la degustación, empezando por las disoluciones más diluidas.

Resultados b)

Para hacer medidas de la actividad óptica se utilizan los polarímetros. Un polarímetro consta de una fuente de luz, dos prismas y una celda que contiene la disolución del compuesto ópticamente activo.

La fuente de luz es una lámpara de vapor de sodio que emite una radiación (589 nm) y se polariza mediante un filtro. Esta radiación polarizada pasa a través del tubo que contiene la muestra ópticamente activa, que produce un giro en el plano de polarización.



El polarímetro digital detectará este cambio y lo mostrará en la pantalla y en el polarímetro manual el observador rotará un segundo polarizador, para que la luminosidad sea máxima y la lectura se realizará en un goniómetro.



Imagen de un polarímetro digital (izq) y un polarímetro manual, ambos con el compartimento abierto y con el portamuestras en el interior.

Todas las muestras se han medido en una cubeta de una longitud de 1 dm utilizando un polarímetro digital. En la imagen se muestra una cubeta donde se puede observar un



ensanchamiento del tubo, realizado para alojar el aire que se queda en el interior del tubo al rellenarlo, y de esta forma no interfiere cuando pasa la luz por la muestra.

A continuación, se indica los resultados obtenidos con el polarímetro (solo el sentido del ángulo de giro sin el valor numérico).

	Lectura polarímetro	Dextrógira o levógira
Sacarosa	+	Dextrógira
Fructosa	-	Levógira
Glucosa	+	Dextrógira
Miel	-	Levógira

Después de realizar el hidrolisis de la sacarosa su actividad óptica es:

	Lectura polarímetro	Dextrógira o levógira
Sacarosa hidrolizada	-	Levógira

Conclusiones:

- Las lecturas del polarímetro indican que la sacarosa y la glucosa giran el plano de la luz polarizada a la derecha, son dextrógiras.
- La miel y la fructosa giran el plano de la luz polarizada a la izquierda tal y como lo indica su valor negativo de la lectura, es decir es levógira.
- Se comprueba que la rotación de la luz polarizada en la disolución de la sacarosa hidrolizada es opuesta a la de la sacarosa. La sacarosa después de hidrolizarla, da un valor negativo, lo que indica se ha descompuesto en glucosa y fructosa, es decir se ha realizado la inversión.
- La miel tal y como se había explicado anteriormente, es levógira, pues contiene azúcar invertido de forma natural.

Nota: Los métodos polarimétricos son utilizados en los laboratorios de análisis, para la determinación de azúcares en la leche condensada, en bebidas, golosinas, entre otros. Además de utilizarse en la industria en el control de calidad de los diferentes tipos de azúcar y en el control de productos farmacéuticos.

TEMA 9	LA CIENCIA DE LOS HELADOS
Ficha 41	9.5 Elaboración rápida de un sorbete de caramelo
<p>Objetivo:</p> <p>Comprender como funcionaban las primeras máquinas para hacer helado.</p> <p>Preparación de un sorbete rápido de caramelo.</p>	<p>INTRODUCCIÓN</p> <p>Las primeras máquinas de hacer helado aparecieron en el siglo XIX. Consistían en un barril en cuyo interior se introducían los ingredientes que se removían a mano. Alrededor del barril se colocaba una mezcla de hielo y sal, para enfriar la mezcla del interior.</p> <p>La principal diferencia entre las heladeras victorianas y las actuales es el refrigerante. Antes de la invención de la refrigeración mecánica, el mejor refrigerante accesible era una mezcla de hielo y sal.</p> <p>Para comprender que sucede cuando mezclamos estos dos ingredientes, tenemos que entender el diagrama de fases sal-agua.</p> <p>La adición de un soluto al agua disminuye su punto de fusión. De manera que, cuando se mezcla hielo a 0 °C y sal, la mezcla está por encima del punto de fusión, y parte del hielo funde.</p> <p>Esta es la razón por la que se añade sal a las carreteras heladas en invierno.</p> <p>Sin embargo, para cambiar de sólido a líquido se debe proporcionar calor, su calor latente de fusión. Si el hielo y la sal están aislados de su entorno, este calor solo puede proporcionarlo la propia mezcla de hielo y sal, lo que provoca una disminución de la temperatura.</p> <p>El calor latente de fusión del hielo (330 J/g) es mucho mayor que su capacidad calorífica (4,2 J/g K). Por eso, la fusión de una pequeña cantidad de hielo puede provocar una disminución importante de la temperatura.</p> <p>Si mezclamos las proporciones correctas de sal y hielo, se puede alcanzar temperaturas de hasta -21,1 °C para una concentración de sal del 23,3% (punto eutéctico).</p>

En ese punto, la disolución de sal se satura, es decir, no puede disolverse más sal, por lo que el punto de fusión no puede disminuir más.

La ley de Newton del enfriamiento establece que cuanto mayor sea la diferencia de temperaturas entre el refrigerante y la mezcla mayor será la velocidad del enfriamiento.

Por tanto, cuanto más frío esté el refrigerante, más rápido se enfriará el helado. Las fábricas actuales trabajan a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo que el helado se hace mucho más rápido. El record mundial del helado más rápido nunca hecho usa nitrógeno líquido ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$).

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Ingredientes:

- 200 mL leche
- 50 g de azúcar
- 100 g de sal
- 200 g de hielo
- Bolsa con cierre hermético

Sorbete rápido de caramelo

1- Se prepara la leche caramelizada, introduciendo 50 g de azúcar en un recipiente y se calienta hasta que se carameliza el azúcar. A continuación, se añaden 200 mL de leche, con mucho cuidado, pues al solidificarse el caramelo se pueden producir proyecciones de líquido.

2- Por otro lado, se prepara una bolsa de plástico con cierre hermético con 200 g de hielo y 100 g de sal. Si se utilizan cubitos de hielo es conveniente añadir un poco de agua.

3- En una bolsita pequeña, también con cierre hermético, se introduce una cantidad suficiente de leche caramelizada para llenar la mitad de la bolsa, se elimina el aire, se cierra y se introduce esta bolsita en la bolsa con hielo anteriormente preparada.

4- Se cierra y se agita. Se recomienda utilizar guantes

5- La mezcla se congela al cabo de unos minutos. Y se procede a su degustación

TEMA 9	LA CIENCIA DE LOS HELADOS
Ficha 42	9.6 Elaboración de un helado con una heladera casera
<p>Objetivo:</p> <p>Comprender como funciona una heladera y entender los procesos que ocurren.</p> <p>Preparación de un helado de mango.</p>	<p>INTRODUCCIÓN</p> <p>La elaboración de un helado consta básicamente de tres pasos:</p> <p>Primero se hace la mezcla de los ingredientes, después, la mezcla se enfría con agitación constante lo que favorece la introducción de aire en la mezcla y finalmente, la mezcla se enfría todavía más en un paso denominado endurecimiento.</p> <p>El paso fundamental en el que se genera la microestructura del helado, es el segundo, el enfriamiento con agitación o mantecación, que se lleva a cabo en una heladera. El aire que se introduce en la mezcla, se rompen en burbujas más pequeñas por el batido. Las gotitas de grasa y las proteínas de la leche se absorben sobre la superficie de las burbujas de aire, estabilizándolas. Al enfriarse la mezcla, las gotitas de grasa están parcialmente cristalizadas, por lo que forman un recubrimiento fuerte, rígido, que previene el colapso de las burbujas de aire.</p> <p>Cuando la mezcla entra en contacto con las paredes de la heladera, se forma hielo instantáneamente, y el calor se extrae rápidamente de la mezcla de helado. La temperatura de la mezcla va bajando, se van formando cada vez más cristales de hielo, y va aumentando la viscosidad de la mezcla.</p> <p>Hay dos razones para este aumento de la viscosidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La primera de ellas se debe a que la viscosidad intrínseca de la disolución de azúcar aumenta a medida que se enfría. Además, hay que tener en cuenta que, a medida que se va formando hielo, la fase líquida cada vez tiene una mayor concentración de azúcar y proteínas.

- La segunda razón, como Einstein señaló, la viscosidad de una suspensión de partículas sólidas aumenta a medida que aumenta la fracción de sólido.

O sea que, en el caso de los helados, aumenta con el aumento de la fracción de hielo.

Este aumento de la viscosidad implica que la mezcla resiste más el batido, y la energía necesaria para girar las palas es cada vez mayor. Esta energía se disipa en el helado en forma de calor.

Eventualmente, cuando la temperatura del helado alcanza los -5°C , la entrada de energía por batido iguala la energía extraída por el refrigerante. En ese momento ya no es posible enfriar más el helado.

Es por eso que el helado se somete al proceso de endurecimiento.

Se le da la forma requerida y se enfría en el congelador. En la industria se enfría rápidamente poniéndolo en contacto con una corriente de aire a -40°C en una cámara cerrada.

El tamaño de los cristales de hielo (y, por tanto, la calidad del producto final) depende de las condiciones dentro de la heladera (temperatura de las paredes, cantidad de tiempo que pasa el helado en la heladera, velocidad a la cual se enfría posteriormente) y de las condiciones del endurecimiento (cuanto más rápido es, hay menos tiempo para que el agua forme cristales grandes, lo que le daría una textura arenosa).

En los helados comerciales la etapa de envasado y transporte a las tiendas es crucial, un pequeño aumento de la temperatura, puede hacer que cristales que eran inicialmente grandes se hagan más pequeños, y los que son inicialmente pequeños desaparezcan por completo. Al enfriar el helado de nuevo, el agua cristaliza sobre los cristales que quedan aumentando su tamaño. El aumento de la temperatura puede provocar la coalescencia de las burbujas de aire, provocando que tengan mayor tamaño e incluso que escapen de la preparación.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Ingredientes:

- 250 g de mango fresco,
- Zumo de 1/2 limón,
- 15 g de miel
- 50 g de azúcar,
- 1 pizca de sal,
- 125 ml de nata (materia grasa >35 %)



Preparación del helado de mango con heladera casera

La heladera consiste en una cuba cilíndrica, que contiene un líquido refrigerante en el interior de las paredes de la cuba y un agitador-rascador en el interior de la cuba. La heladera se introduce en el congelador previamente, para que se enfríe el líquido refrigerante. Posteriormente se saca del congelador y se conecta la agitación y se añade la mezcla, mientras se enfría por el batido, se va incorporando una cierta cantidad de aire. El volumen del aire introducido dependerá de la formulación de los ingredientes y del tipo de máquina utilizada. La temperatura seguirá bajando hasta unos 6-10 grados bajo cero, convirtiéndose la mezcla en helado.



Procedimiento:

Se mezcla con ayuda de la batidora el mango pelado y troceado, el zumo de limón, la miel, el azúcar, la nata y una pizca de sal. Trituramos todo hasta obtener la consistencia de una crema. Se enfría en la nevera.

Preparamos la heladera, que previamente la habremos introducido en el congelador al menos 24 h, y añadimos la crema anterior. Dejamos agitando entre 15-30 minutos. El tiempo que dependerá de la heladera utilizada finaliza cuando se comprueba que el helado tiene la consistencia adecuada.

Se puede servir directamente y si se prefiere una consistencia más firme, lo podemos introducir en el congelador unas horas.

Si no disponemos de heladera, también podemos hacer este helado de la siguiente forma; introducir directamente la mezcla en el congelador y cada media hora, sacarlo para removerlo con una cuchara (este proceso debe realizarse durante las primeras horas de congelación). Esta agitación evita que se formen cristales de hielo grandes, pero hay que tener en cuenta que la proporción de aire en el helado así preparado será inferior que el preparado con la heladera.