

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Carrera: Tecnicatura Universitaria en  
Procesamiento Agroalimentario

Guía de Trabajos Prácticos

Cátedra: Bioquímica de los Alimentos

Profesor Adjunto Lic. Brizuela del Moral Martin

Año 2018



## TRABAJO PRÁCTICO N°: 1

### ➤ DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA

#### ● Introducción:

El contenido de agua en muchos alimentos como por ejemplo los cereales es de fundamental importancia para su conservación, además del factor económico ya que se comercializan por peso. En estos productos en general se establecen niveles máximos permitidos. Se expresa como “Humedad”.

En otros casos, porcentajes de agua superiores a los normales, implica adulteración por aguado, por ejemplo en leche, bebidas y jugos. En estos productos se establecen en general valores MÍNIMOS de sustancias sólidas remanentes luego de la eliminación de agua y se expresa como “Extracto Seco”.

#### A. Determinación del contenido de agua por calor (método indirecto):

Son métodos por desecación. El peso del residuo por estos métodos corresponde a los sólidos totales y la pérdida de peso al agua evaporada. La cantidad de agua determinada por estos métodos dependerá de la temperatura y de la presión utilizada. Por ello puede recurrirse al uso de calor solamente o calentamiento a presión reducida.

#### Técnica:

- Tomar un cristalizador limpio y seco.
- Pesarlo y registrar el peso.
- Pesar exactamente aprox. 2g de la muestra (si no es homogénea mezclarla bien).
- Registrar el peso.



- Calentar en estufa regulada a 100 – 105°C durante 1 hora. Enfriar en desecador y pesar. Repetir el calentamiento hasta peso constante. Registrar el peso.
- Calcular el % de humedad de la muestra.

### **Cálculos:**

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{(M1-M2) \cdot 100}{M1-M0}$$

Siendo:

M0: peso en gr, de la capsula

M1: peso en gr, de la capsula y muestra antes del secado

M2: peso en gr, de la capsula y muestra del secado.

### **Alimentos en que se emplea:**

Harinas, fideos, productos de panadería, bebidas, leches, productos cárnicos.

## **B. Determinación del contenido de agua por destilación (método directo):**

Consiste en realizar una destilación a reflujo con solventes no miscibles con el agua y de similar punto de ebullición y menor densidad que ésta (tolueno, heptano, benceno, xileno). El método más comúnmente utilizado utiliza tolueno, cuyo punto de ebullición es ligeramente superior al del agua, de modo que a esa temperatura ambos destilan, se condensan y son recolectados en un tubo graduado. Como la densidad del tolueno es menor, el agua se reúne en la parte inferior de dicho tubo, permitiendo la medida directa de la cantidad de agua presente al final de la destilación, mientras que el tolueno vuelve al balón de destilación.



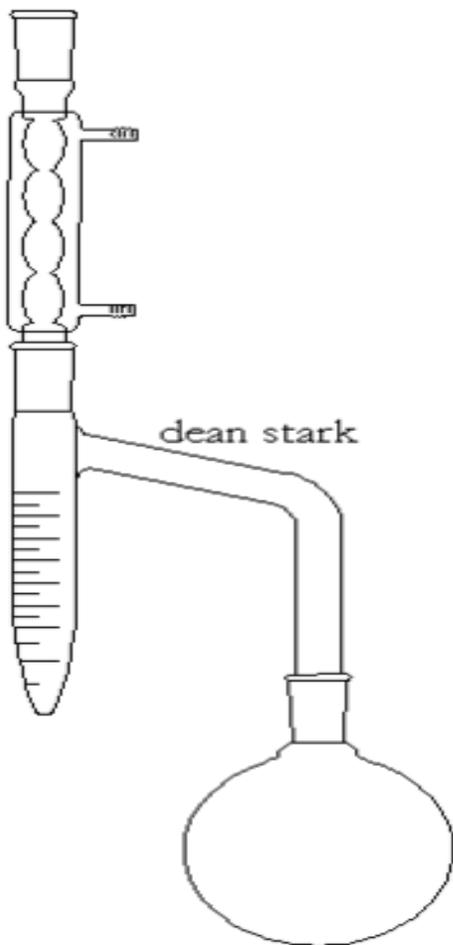
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA: TECNICATURA UNIVERSITARIA EN PROCESAMIENTO AGROALIMENTARIO  
CATEDRA: BIOQUIMICA DE LOS ALIMENTOS

### **Técnica:**

- Pesar en un balón de 300 ml exactamente aprox. 10g de muestra.
- Agregar tolueno saturado en agua de modo de cubrir la muestra completamente.
- Agregar unos trocitos de plato poroso.
- Conectar el balón al brazo lateral de la trampa de Dean-Stark llena del mismo solvente.
- Calentar para llevar a ebullición suave hasta que haya destilado toda el agua.
- Calcular el % de agua en el alimento.

### **Alimentos en que se emplea:**

Manteca y margarinas, vegetales deshidratados, especias.



**Informe:**

- Objetivos.
- Materiales y reactivos.
- Muestra: producto, marca, lote, fecha de elaboración, vencimiento, RNE, RNPA.
- Cálculos.
- Resultados
- Conclusiones.



## TRABAJO PRÁCTICO N° 2

### ➤ FORMACIÓN DE ESPUMAS PROTEICAS

#### ● **Objetivos específicos**

- Comprender los factores que contribuyen al volumen de las espumas de albumina.
- Entender los factores que contribuyen a la estabilidad de las espumas de albumina.
- Explicar cómo tiene lugar la formación de espumas.

#### ● **Introducción:**

Una espuma consiste en unas burbujas de gas dispersas en un líquido, en el caso de la espuma de clara de huevo, el líquido es la clara. Esta espuma se obtiene por batido o montado de las claras, de modo que por efecto de la agitación la albumina del huevo se desnaturaliza y estira en la interfase aire-agua, acompañado por la insolubilización de algunas globulinas, de este modo la espuma se endurece y estabiliza. Las moléculas de proteínas desnaturalizadas reaccionan entre sí por sus grupos reactivos. La película elástica de proteínas que envuelve las burbujas las mantiene estables, pero un batido excesivo hace que esta película se vuelva inelástica e incapaz de retener las burbujas de forma eficiente.

#### ● **Factores que afectan la espuma:**

**Tiempo de batido:** La estabilidad de las espumas varía con el tiempo de batido. A medida que aumenta el tiempo, el volumen de la espuma aumenta en un primer momento y a continuación disminuye. Estos cambios se relacionan con un exceso de clara de huevo coagulada en la interfase aire-huevo y con la rotura final de las películas de huevo por un batido excesivo. Al igual que el volumen, la estabilidad



de la espuma aumenta con el tiempo para disminuir posteriormente. La estabilidad máxima se consigue antes que el volumen máximo.

**Temperatura:** Una desnaturalización parcial de las proteínas puede favorecer las propiedades espumantes hasta cierto punto, ya que si se sobrecalientan pueden perderse al ocurrir reacciones proteína-proteína vía intercambio de disulfuro, o su reversión a sulfhidrilos.

**pH:** Diversos estudios han mostrado que las proteínas que estabilizan espumas son más estables en el pH isoelectrico de la proteína que en cualquier otro pH, si no hay insolubilización. La clara de huevo presenta buenas propiedades espumantes en un pH de 8-9 y su punto isoelectrico es en el pH de 4-5. En el pH isoelectrico o cerca de éste, la reducida presencia de interacciones de repulsión promueven interacciones favorables proteína-proteína y la formación de una película viscosa en la interfase, lo que favorece tanto la capacidad de espumado como la estabilidad de la espuma.

**Sales:** El efecto de las sales sobre las propiedades espumantes de las proteínas depende del tipo de sal y las características de solubilidad de la proteína en esa solución salina. La capacidad de espumado y la estabilidad de la espuma de la mayoría de las proteínas globulares, como albúmina sérica bovina, albúmina de huevo, gluten y proteínas de soja, aumentan conforme se incrementa la concentración de NaCl. Este comportamiento se atribuye generalmente a la neutralización de las cargas por los iones.

**Azúcar:** La adición de sacarosa, lactosa y soluciones azucaradas pueden perjudicar la capacidad espumante, pero mejorar la estabilidad de la espuma, pues incrementan la viscosidad de la fase dispersante y se reduce la velocidad de drenado del fluido de la lamela.



**Presencia de grasas:** Los lípidos, especialmente los fosfolípidos, cuando se presentan en una concentración mayor al 0.5% afectan desfavorablemente las propiedades espumantes de las proteínas, debido a que su superficie es más activa que la de las proteínas, se adsorben en la interfase aire-agua compitiendo con las proteínas e inhiben su adsorción durante la formación de la espuma. La película de lípidos no es cohesiva ni viscoelástica, por lo que no puede resistir la presión interna de las burbujas de aire, las que se expanden y se colapsan durante el batido.

- **Materiales y reactivos**

- Balanza analítica
- Termómetro
- Vasos de plástico de capacidad 100ml
- Claras de huevo
- Cronometro
- Batidora de claras
- Embudo pequeño
- Probeta de 25ml
- Jugo de limón

- **Procedimiento:**

Dividir los huevos en dos grupos. En un grupo separar las claras y agregarle jugo de limón. Separar las claras del huevo del otro grupo, y homogeneizarlas (ambos grupos) durante cinco minutos en el agitador magnético en agitación suave.

Mediante el phmetro calibrado registrar los valores de pH y la temperatura a través del termómetro.

Dividir una parte de las claras homogeneizadas, agregarles unas gotas de jugo de limón, medir el pH y observar el descenso del mismo de al menos 0,2 unidades.



- **Determinación de la capacidad espumante**

**Se calcula el “overrun”**

Llenar totalmente el recipiente de plástico de volumen constante con claras líquidas y pesarlo en la balanza analítica. Anotar el peso (peso líquido).

A continuación batir las claras a diferentes tiempos (1,2,4,y 8 minutos) tomar muestra ( rápidamente sin detener la operación de batido) y proceder del modo siguiente: llenar el recipiente (previamente tarado) de forma homogénea, evitar la presencia de burbujas y pesarlo (peso espuma). Inmediatamente después, verter esta espuma en un embudo que se dejara reposar sobre una probeta.

Con ello pretendemos determinar la espuma frente a la gravedad, frecuentemente se expresa como el tiempo requerido para que una espuma libere el 50% del líquido que contiene o bien para una reducción del 50 % del volumen inicial de la espuma. En nuestro caso, y a efectos comparativos determinaremos el tiempo de tarda en caer la primera gota y el desuerado tras 10 minutos.

**Cálculos:**

% overrun:  $\text{peso líquido} - \text{peso de la espuma} / \text{peso de la espuma} \times 100$

**Espumas de albúmina con agregado de distintas sustancias**

- **Materiales:**

- Balanza analítica
- Termómetro
- Vasos de plástico de capacidad 100ml
- Claras de huevo
- Cronometro
- Batidora de claras
- Embudo pequeño
- Probeta de 25ml



- Azúcar
- Sal

- **Desarrollo:**

Repetir el mismo procedimiento que en la actividad anterior, pero agregando a la clara de huevo, antes del batido, las siguientes sustancias:

- 1) 2 cucharadas de azúcar
- 2) 10 cucharadas de azúcar
- 3) 1 cucharada de sal

- **Análisis de resultados**

- a. Calcular la capacidad espumante para cada caso.
- b. En base a estos resultados, determinar cómo influye el agregado de azúcar, jugo de limón y sal de cocina en la capacidad y estabilidad de cada una de las espumas.



## TRABAJO PRÁCTICO N° 3

### ➤ PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

#### ● Objetivos

- Evaluar el efecto de distintos factores sobre la ocurrencia de la reacción de pardeamiento enzimático.
- Evaluar los cambios que se producen en frutas y hortalizas debido al pardeamiento enzimático

#### ● Introducción

El pardeamiento enzimático es una reacción de oxidación en la que interviene el oxígeno molecular y como sustrato compuestos fenólicos, catalizada por un tipo de enzima que se puede encontrar en muchos seres vivos, microorganismos, plantas y animales incluyendo a los humanos. La enzima responsable del pardeamiento enzimático recibe el nombre de polifenoloxidasas, fenolasa, fenoloxidasas, catecolasa, cresolasa y tirosinasa. Estas enzimas están relacionadas por tener la misma arquitectura del centro activo con un núcleo de dos cobres.

Tienen dos actividades enzimáticas, una hidroxilando monofenoles y otra oxidando difenoles a quinonas.

El pardeamiento enzimático es una transformación, de compuestos fenólicos en polímeros coloreados, frecuentemente pardos o negros. Las fases de su transformación son las siguientes:

La primera de ellas, cuando el sustrato presente es un monofenol, es la transformación en difenol. La segunda, consiste en la transformación del difenol en quinona. A partir de la formación de la quinona, la reacción progresa de forma espontánea. Las quinonas se pueden convertir en trifenoles por reacción con el agua, y posteriormente oxidarse a hidroxiquinonas. Todas estas sustancias son muy reactivas, dando lugar a polímeros y reaccionando con otras sustancias



presentes en el alimento, especialmente proteínas. Los productos finales, llamados melaninas, son de color pardos muy oscuros, negros o azulados e insolubles en agua.

En los animales es comúnmente llamada tirosinasa y una de sus funciones es la de catalizar la formación de pigmentos marrones que dan color a la piel, cabellos y ojos. En los alimentos de origen animal el pardeamiento enzimático no representa un problema.

El papel de las fenoloxidasas en las plantas se cree que es la defensa frente a parásitos y patógenos.

En el tejido vegetal la enzima y los sustratos fenólicos se hallan separados por estructuras celulares, la primera en cloroplastos y cromoplastos y la segunda en vacuolas o células especializadas por lo que en el tejido intacto no ocurre pardeamiento enzimático. Si éste se altera o daña por golpes, pelado, corte o triturado la enzima y su sustrato se pondrán en contacto permitiendo que ocurra el pardeamiento enzimático. Por lo que éste representa un problema de gran importancia durante el procesamiento y conservación de algunas frutas y hortalizas como preparación de jugos, congelación, deshidratación, etc. ya que genera coloraciones la mayoría de las veces indeseables.

Esta reacción enzimática es un factor que afecta la calidad de los mismos, ya que no solo produce importantes cambios en su color sino también en su apariencia; en algunos casos, puede ser deseable, especialmente cuando se requiere una tonalidad oscura, como es el caso de la fermentación del té y maduración de los dátiles.

La formación de los productos de esta reacción, pigmentos coloreados, requiere de tres factores: enzimas, sustrato y oxígeno.



- **Prevención del pardeamiento enzimático**

Existen numerosos medios para impedir el pardeamiento enzimático, pero por razones de costo, toxicidad, reglamentación o efectos secundarios desfavorables sobre la calidad, en la práctica, sólo se utilizan algunos:

- **Inactivación de enzimas por el calor:**

La temperatura óptima de las fenoloxidasas se encuentra en el rango de 30-50°C pero la estabilidad es alta entre 55-80°C durante varios minutos. La inactivación por calor es frecuentemente empleada en vegetales que se someterán a cocción antes del consumo. No representa un método apropiado para algunas frutas y hortalizas debido a que se pueden modificar caracteres organolépticos tales como la textura y el flavor.

- **Inactivación química de la enzima:**

El descenso del pH retarda el pardeamiento enzimático. El pH óptimo de las fenoloxidasas de las frutas y de los vegetales está en el rango de 4-7. Por lo general se emplean baños en ácido cítrico. La enzima se inhibe completamente a pH menores de 3,0; aunque en la mayoría de los casos resulta poco práctico, puesto que esta acción trae consigo un deterioro de las propiedades sensoriales y de la estabilidad del alimento. También son eficaces contra el pardeamiento enzimático y no enzimático, el anhídrido sulfuroso y los bisulfitos; además poseen una acción antiséptica, aunque no en las dosis empleadas contra el pardeamiento. En el caso del pardeamiento enzimático su modo de acción no está totalmente aclarado: el anhídrido sulfuroso, del que una parte se fija sobre los enlaces carbonilo de los azúcares presentes, reacciona con las quinonas, que así quedan bloqueadas, pero se piensa que también actúan directamente sobre la polifenol oxidasa. Se observó que el ácido ascórbico y la tiamina permiten reducir las dosis de bisulfito. El cobre es un importante cofactor para la enzima, por lo tanto la remoción o quelación inhibirá a la enzima.



- **Adición de agentes reductores:**

Transforman las quinonas en fenoles retardando o impidiendo el pardeamiento enzimático. El compuesto frecuentemente utilizado es el ácido ascórbico; se emplea para jugos de frutas y para frutas cortadas en trozos ya que en las frutas enteras, penetra lentamente. Para evitar el pardeamiento se necesitan cantidades elevadas de ácido ascórbico (0,5 a 1 % del peso del producto).

- **Exclusión del oxígeno:**

Se puede evitar el contacto con el oxígeno envasando los vegetales después del pelado y corte, al vacío o colocándolos en recipientes bien herméticos. También se puede impedir mediante la inmersión en agua ligeramente salada o en una solución de sacarosa o glucosa. Esto limita la entrada y absorción de oxígeno por el tejido vegetal, debido al aumento de la presión osmótica.

- **Alteración enzimática de los sustratos fenólicos:**

La enzima catecol o- metiltransferasa convierte a los sustratos fenólicos en formas químicas que no pueden ser oxidados enzimáticamente.

- **Selección de variedades pobres en sustratos fenólicos:**

En algunas frutas y hortalizas es posible seleccionar variedades pobres en sustratos fenólicos.

- **Evitar el contacto de enzimas y sustratos:**

Impidiendo contusiones que dañen los tejidos.

## **Consignas**

Evaluar los efectos sobre la ocurrencia del pardeamiento enzimático de los factores: sustancias naturales presentes en los vegetales, tratamiento de los



tejidos, tratamiento térmico, entrada de oxígeno, pH y bisulfito de sodio empleando la metodología descrita en los puntos a, b, c, d, e y f.

Evaluar en cada caso los cambios que se producen en los vegetales empleados.

- **Materiales y métodos**

Muestras:

- Papas
- Manzanas
- Peras
- Banana
- Champiñones

**Materiales:**

- Vaso de precipitado
- Vidrio de reloj
- Mechero de bunsen y trípode
- Peladora de papa
- Cuchillo
- Rallador

**Reactivos:**

- Solución de bisulfito de sodio conteniendo 200 ppm.
- Solución de ácido cítrico con 3.000 ppm
- Solución de sacarosa al 30 % p/v
- Solución de cloruro de sodio al 5 % p/v
- Agua destilada

**Equipos:**

- Termómetro



- Medidor de pH
- Baño termostático
- Balanza analítica

- **Metodología**

- a) Efecto de las sustancias naturales existentes en diferentes variedades del mismo vegetal.**

- 1. Cortar en trozos diferentes variedades de manzanas.
    - 2. Colocar sobre un vidrio de reloj y dejar por 30 minutos a temperatura ambiente.
    - 3. Comparar el grado de pardeamiento de las mismas.

- b) Efecto del tratamiento de los tejidos vegetales**

- 1. Pelar y cortar un trozo del vegetal en estudio y rallar otra fracción ponerlos en un vidrio de reloj y dejar por 30 minutos a temperatura ambiente.
    - 2. Comparar el pardeamiento que se produce en las dos muestras.
    - 3. Cuando el trozo entero este marrón, dividirlo en tres partes mediante rotura y por corte. Observar el color del interior del trozo de manzana y hallar cual se pardea más rápidamente

- c) Efecto del tratamiento térmico suave (Escaldado)**

- 1. Colocar en un recipiente agua y llevar a ebullición.
    - 2. Colocar durante 10 segundos el fruto o vegetal correspondiente a tratar en el agua hirviente.
    - 3. Retirarlo, dejar reposar durante 30 min y analizarlo.
    - 4. Realizar el mismo procedimiento durante 20, 30, 40, 50, 60 70 y 90 segundos.



#### **d) Efecto de la entrada de oxígeno**

1. Preparar una solución de sacarosa al 30 % p/v.
2. Una vez realizado esto, sumergir el fruto (manzana y pera o banana) en la solución durante 30 minutos.
3. Retirarlo y analizarlo.
4. Preparar una solución de cloruro de sodio al 5 % p/v.
5. Una vez realizado esto sumergir la papa en la solución durante 30 minutos.
6. Retirla y analizarla.

#### **e) Efecto del pH (ácido cítrico)**

1. Pelar y cortar 5 fracciones de aproximadamente el mismo tamaño y forma de cada uno de los vegetales a estudiar y colocarlos en un vaso de precipitado con agua (para evitar oscurecimiento previo al experimento).
2. Preparar soluciones de ácido cítrico a las siguientes concentraciones: 0, 50, 500, 1000 y 3.000 ppm (iniciando con una solución patrón de 3000 ppm).
3. Colocar 60 ml de cada una de las soluciones en vasos de precipitado, y adicionar en cada uno de ellos una fracción de los vegetales a estudiar.
4. Esperar 30 minutos y retirar las fracciones de las soluciones, 30 minutos después hacer observaciones, comparando con la concentración cero.
5. Reportar a que concentración de ácido cítrico es inhibido el pardeamiento enzimático.

#### **f) Efecto del bisulfito de sodio**

1. Pelar y cortar 5 fracciones de los vegetales a estudiar como en el punto anterior.
2. Preparar soluciones de bisulfito de sodio en concentraciones de 0, 10, 50, 100 y 200 ppm (iniciando de una solución patrón de 200 ppm).
3. Colocar 60 ml de cada una de las soluciones en vasos de precipitado, y adicionar en cada uno de ellos una fracción de los vegetales a estudiar.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA: TECNICATURA UNIVERSITARIA EN PROCESAMIENTO AGROALIMENTARIO  
CATEDRA: BIOQUIMICA DE LOS ALIMENTOS

4. Esperar 30 minutos (o más dependiendo de la intensidad del pardeamiento) y retirar las fracciones de las soluciones, 30 minutos después hacer observaciones, comparando con la concentración cero.
5. Reportar a que concentración de bisulfito de sodio es inhibido el pardeamiento enzimático.



## TRABAJO PRÁCTICO N°4

### ➤ APLICACIONES DE LOS HIDRATOS DE CARBONO. CRISTALIZACIÓN DE CARBOHIDRATOS.

#### ● **Objetivos**

Que el alumno sea capaz de:

- Relacionar el concepto de propiedades funcionales de los hidratos de carbono con aspectos prácticos.
- Interpretar los resultados obtenidos.

#### ● **Objetivos específicos**

- Identificar y discutir los factores del procedimiento e ingredientes que influyen en la firmeza y textura de un producto cristalino.
- Definir una solución sobresaturada, como se produce, y discutir e importancia en la fabricación de productos almibarados cristalinos de alta calidad.
- Entender los mecanismos por los cuales los diferentes agentes cristalinos ejercen sus efectos de interferencia.

#### ● **Introducción:**

La cristalización depende de una solución sobresaturada y da lugar a la formación de una red cristalina. Por tanto, hay un cambio en el estado físico.

En un almíbar cristalino están suspendidos muchos cristales pequeños en una pequeña cantidad de solución concentrada de azúcar.

La cristalización de los carbohidratos está influenciada por los métodos de producción y los ingredientes de la formulación del producto.



- **Métodos de producción**

- **Concentración**

Cuando el agua se evapora de una solución acuosa en ebullición, ésta se va concentrando progresivamente. La concentración de carbohidratos lograda durante la ebullición determina la cantidad de azúcar que cristalizara finalmente y, por tanto, la firmeza del producto. La baja concentración da lugar a un producto blando, mientras que la sobre concentración da lugar a un producto duro. Si un paso de la concentración no se realiza adecuadamente, los pasos sucesivos no la compensarán.

- **Velocidad de calentamiento**

La velocidad de calentamiento no es crítica, a menos que esté presente un ingrediente ácido pero debe ser similar en todas las muestras comparadas en un experimento. Si está presente un ingrediente ácido, como el ácido tartárico (crémor tartaro), la velocidad de calentamiento es extremadamente importante, dado que se produce la inversión de la sacarosa. La inversión que se produce durante el calentamiento afecta a la capacidad de la sacarosa para cristalizar posteriormente. El grado de inversión depende de la concentración del ingrediente ácido y del espacio de tiempo que tiene oportunidad de actuar.

- **Enfriamiento**

La solución no debe perturbarse durante el enfriamiento; de otro modo es probable que se produzca una cristalización prematura dando lugar a un producto arenoso. El grado de sobresaturación, el cual es importante en el proceso de cristalización, se incrementa con el enfriamiento.



## - **Batido**

La cristalización se inicia cuando comienza el batido. Si se empieza a batir cuando la solución está bastante caliente, la cristalización es rápida y el producto es arenoso. Si el batido se retrasa hasta que la solución se haya enfriado a temperatura ambiente, este resulta difícil, la cristalización lenta y el producto suave. Las dos afirmaciones anteriores parecen contradecir la teoría, ya que si el grado de sobresaturación se incrementa con el enfriamiento, se puede esperar que la cristalización se produzca mas fácilmente en la solución fría mas sobresaturada. Sin embargo, interviene la viscosidad. En la cristalización, las moléculas se alinean en modelos definidos para formar cristales, cada uno de los cuales contienen muchas moléculas orientadas. Las moléculas pueden moverse a sus posiciones adecuadas con mayor facilidad en un jarabe de viscosidad relativamente baja que en uno de alta viscosidad. Un enfriamiento moderado da lugar al desarrollo adecuado de la sobresaturación, en un jarabe adecuado concentrado, sin una viscosidad demasiado elevada.

Una vez iniciado el batido, la cristalización continúa espontáneamente. Sin embargo, se continúa el batido con objeto de mantener los cristales pequeños y el producto suave. Si la cristalización se produce muy rápidamente, como en un jarabe caliente, incluso el batido muy fuerte no dar a un producto suave. Por otra parte, el enfriamiento a temperatura ambiente sería insolvente en tiempo y energía. Una temperatura de 40 a 50°C al comienzo del batido favorece una cristalización razonablemente rápida y la formación de cristales pequeños.

## • **Ingredientes**

Los productos cristalinos pueden tener muchos ingredientes en sus formulaciones que pueden tener efectos químicos o físico sobre la cristalización.



- **Efectos químicos**

El ácido tartárico provoca la inversión de la sacarosa dando lugar a un retraso de la cristalización. La cristalización es menos rápida a partir de una solución de azúcares mezclados, que a partir de una solución de un único azúcar. Los diferentes tipos de moléculas deben ordenarse durante la formación del cristal. Los cristales tienden a ser pequeños debido a la lenta cristalización.

- **Efectos físicos**

Los lípidos son un ejemplo de sustancia que tiene un efecto físico en la cristalización. Los lípidos tienden a ser absorbidos en la superficie de los cristales cuando estos se forman y por tanto interfieren con el crecimiento de los cristales grandes. Las proteínas como las de sólidos lácteos, actúan de una forma similar a los lípidos. Estas sustancias ejercen sus efectos durante la fase del batido. La adición de jarabe de maíz o miel retrasa también la cristalización y promueve por tanto la suavidad. Cualquiera de estas sustancias tiene un efecto similar al ácido tartárico.

• **Materiales y reactivos**

- Balanza.
- Probetas graduadas.
- Termómetro.
- Ollas.
- Cucharas de madera.
- Papel manteca.
- Heladera.

• **Formulación básica del producto:**

- Azúcar: 200gr



- Leche condensada: 160ml.
- Chocolate no edulcorado: 28 gr
- Manteca: 14gr
- Jarabe de maíz, ligero( o miel ligera): 0,7 g

## ● Procedimiento

- 1 Pesar o medir todos los ingredientes utilizando balanza y probetas.
- 2 Colocar en cada uno de los recipientes azúcar, jarabe de maíz o miel y chocolate.  
Además agregar:
  - Recipiente A: leche condensada.
  - Recipiente B: agua destilada.
  - Recipiente C: agua destilada y leche condensada (50/50)
  - Recipiente D: leche condensada y 0,5 gr de ácido tartárico.
- 3 Atar los termómetros dentro de los recipientes, sin que toquen paredes y fondo del mismo.
- 4 Calentar lentamente al principio mientras se remueve con cuchara de madera.
- 5 Después de que el chocolate se haya derretido, incrementar gradualmente la velocidad de ebullición hasta que la mezcla hierva rápidamente mientras se remueve constantemente.
- 6 Hervir hasta una temperatura final de 114°C°
- 7 Retirar la mezcla del calor pero dejar el termómetro del almíbar para que se pueda efectuar la lectura.
- 8 Evitar cualquier movimiento innecesario de la mezcla y del termómetro.
- 9 Inmediatamente adicionar la manteca sin agitar.
- 10 Permitir que la mezcla se enfríe sin perturbarla hasta que la temperatura sea de 50°C.



- 11 Después, batir la mezcla vigorosamente con una cuchara de madera hasta que el dulce adquiera un color brillante, se espese y parezca que está preparado para servir. En algunas formulaciones puede tardar más de 20 minutos.
- 12 Colocar el producto en papel manteca y darle forma de un rectángulo de 2 cm de espesor. Envolverlo en el papel y rotularlo.
- 13 Refrigerar hasta la próxima clase que se evaluara el producto cristalino.

- **Evaluación**

- **Medidas objetivas**

En laboratorio de análisis de alimentos se realiza con instrumentos específicos como el Penetrómetro.

- **Medidas subjetivas**

- **Descriptiva**

Evaluar cada producto por su aspecto, flavor, cohesividad, tamaño y forma de partículas, y masticabilidad. Anotar los resultados en la tabla de datos de cristalización de carbohidratos.

- **Nota**

**Flavor:** combinación de las sensaciones de sabor y olor evocadas por una sustancia en la boca.

**Textura:** incluye la cohesión, tamaño y forma de las partículas y masticabilidad.

- **Características de un producto de pasta de azúcar estándar**

**Aspecto:** La superficie debe tener mucho brillo, aspecto satinado, color típico de dulce de azúcar.

**Flavor:** dulce, con otros ingredientes tiene sabores bien mezclados, típico del producto.



**Cohesividad:** lo bastante firme para conservar su forma cuando se corta en trozos.

**Tamaño y forma de las partículas:** muy fino. Textura uniformemente suave y cremosa. Sensación aterciopelada. Pueden identificarse cristales muy finos al comprimir el producto con la lengua contra el paladar con otros ingredientes.

**Masticabilidad:** ni gomoso ni duro.

### **Bibliografía:**

BELIZ HANS-DIETER Y GROSCH WERNER. Química de los alimentos. II Edición. 1997.

CHEFTEL. JEAN-CLAUDE Y HENRI. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Volumen I. Editorial Acribia. 1976.

DERGAL, SALVADOR BADUI. Química de los alimentos. Editorial Pearson Educación. 1999.

FENNEMA, O. R., PARKIN, K. L. DAMORAN, S. Fennema química de los alimentos. 3a edición, Editorial CRC Press. Edición en la lengua española editorial Acribia S. A. (2008) España.

SALFIELD, J. R. Prácticas de ciencias de los alimentos. Editorial Acribia. 1974.