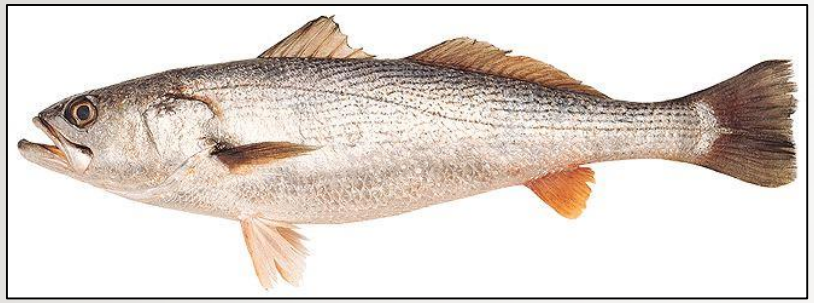
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata

Tecnología del Producto Pesquero I

Clase n°11

La congelación como método de preservación

Congelación en el pescado



El pescado tiene 80% agua → Q (calor)

↓ Proceso de congelación

La mayoría del agua se congela

↓ (De forma gradual)

El estado congelado comienza en -1 y -2 ºC

↓

T: -19 a – 24ºC — 95% del pescado congelado

5% NO se congela — Agua ligada

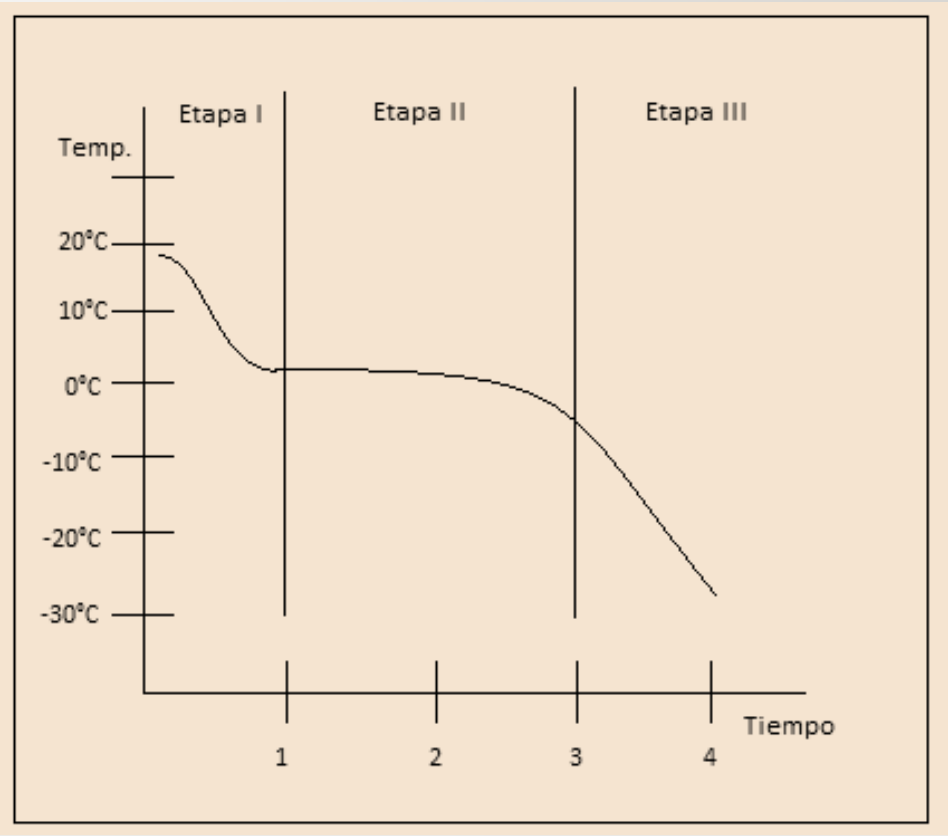
Congelación en el pescado

- El proceso de congelación por sí solo no es un método de conservación.
- Es simplemente el medio para preparar el pescado para el almacenamiento a una temperatura suficientemente baja.
- Un congelador requiere ser especialmente diseñado para este propósito y así congelar es un proceso independiente del almacenamiento a baja temperatura.

→ Congelación rápida

Proceso de congelación, eliminación de calor y descenso de temperatura

- Etapa I: Etapa de enfriamiento, la temperatura cae rápidamente apenas por debajo de 0° C.
- Etapa II: Aquí es cuando más calor requiere ser extraído, con el fin de convertir la mayor parte del agua en hielo, la temperatura cambia unos pocos grados y esta etapa es conocida como el período de "detención térmica".
- Etapa III: Se transforma cerca del 55% del agua en hielo, la temperatura cae rápidamente y durante esta tercera etapa la mayoría del agua restante se congela.

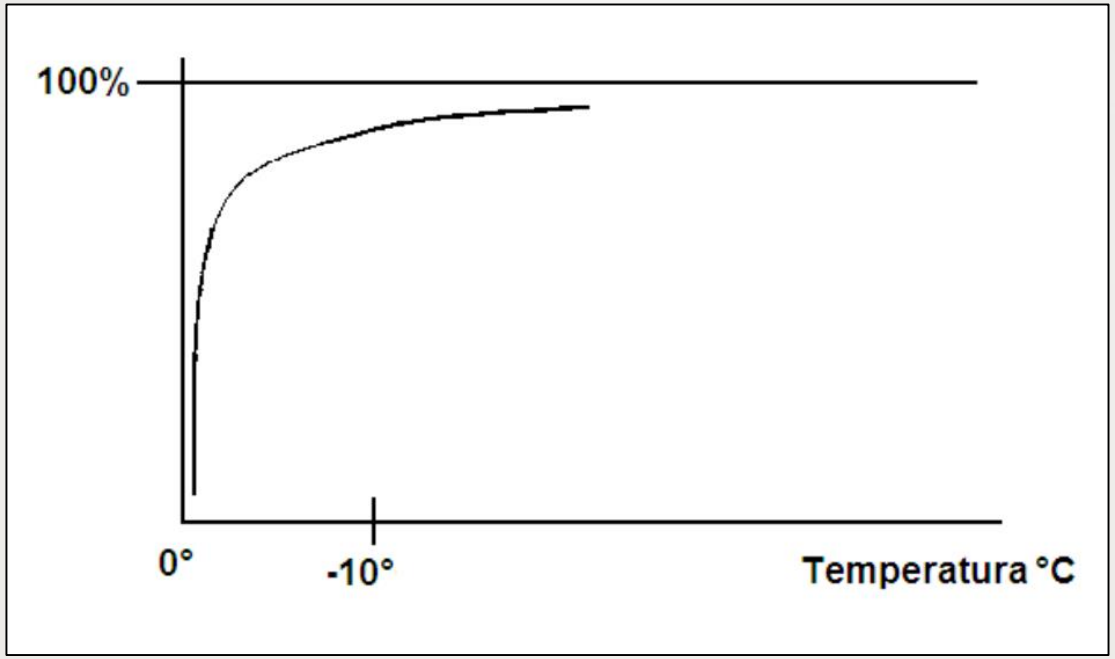


Proceso de congelación, eliminación de calor y descenso de temperatura

- El agua en el músculo de los peces se congela como cristales de hielo puros, el resto no congelado de agua contiene una creciente concentración de sales y otros compuestos que están naturalmente presentes en la carne del pescado.

- El efecto de esta creciente concentración es deprimir el punto de congelación del agua no congelada.

Proceso de congelación, eliminación de calor y descenso de temperatura



La variación de la proporción de agua (que se convierte en hielo) en el tejido muscular de los peces contra la temperatura se muestra en la figura.

Congelación lenta

Producto de menor calidad

Desnaturalización de proteínas

Depende de: * Temperatura

*Tiempo exposición

* Concentración de enzimas

- Los cambios tienen lugar en algunas fracciones de la proteína como resultado de la congelación y ya que son alteradas desde su estado "nativo", puede decirse que están "desnaturalizadas", de ahí el término "desnaturalización de las proteínas".
- Dado que el agua se congela como cristales de hielo puro, la mayor concentración de compuestos en la porción no congelada dará como resultado un aumento en la tasa de desnaturalización.

Congelación lenta

- No existe definido un tiempo exacto para decir rápido o lento.

- Los tiempos de congelación de 24 h o incluso más, logrados en algunos congeladores mal diseñados y operados, darán casi sin duda como resultado un producto de inferior calidad.

¿Qué es la congelación rápida?

Dado que la temperatura justo por debajo de 0° C es la zona crítica de deterioro por la desnaturalización de las proteínas, una definición británica de congelación rápida recomendaba que todos los peces deban reducirse de una temperatura de 0° C a -5 ° C en 2 horas o menos.

El pescado debe mantener su temperatura media al final del proceso de congelación equivalente a la temperatura recomendada de almacenamiento de:

- -18°C para especies magras
- -24°C para especies grasas

Normas y guías de buenas prácticas

Requisitos para un producto de óptima calidad:

I. “Congelación rápida“: exige que los alimentos etiquetados de esta manera sean llevados a través de su zona de cristalización máxima de hielo tan rápidamente como sea posible. Posteriormente, deben mantenerse a -18° C o por debajo.

II. La temperatura de almacenamiento previsto es importante y esto debe incluirse en todos los códigos de buenas prácticas para la congelación rápida.

Tasa de congelación:

- Definición: espesor congelado en la unidad de tiempo.
- Es variable: siempre es más rápida cerca de la superficie del pescado, donde se está en contacto con el enfriamiento del medio, y más lenta en el centro.
- Las tasas de congelación, por lo tanto, sólo son tasas promedio y no representan lo que ocurre en la práctica.
- Varían entre 2 y 1000 mm/h.

Tabla 1. Tasas de congelación

2 mm/h	Congelado a granel lento en cuarto con aire forzado
5 a 30 mm/h	Congelado rápido en túnel de aire o en placas
50 100 mm/h	Congelado rápido de productos pequeños
100 a 1000 mm/h	Congelado ultra-rápido con gases licuados como nitrógeno o CO2.

Doble congelación

- Significa: congelar un producto, descongelar total o parcialmente y volver a congelar.
- Es necesaria para la producción o reproceso de algunos productos de la pesca congelados y almacenados a granel.
- La congelación doble dará lugar a nuevos cambios.
- Sólo los peces que fueron inicialmente muy frescos pueden por lo tanto, ser sometidos a congelación doble y aún así ajustarse a las normas de buena calidad. El pescado congelado rápidamente en el mar inmediatamente después de la captura, por ejemplo, sería adecuado para este propósito.

Manipulación de peces antes de la congelación

Importante: El almacenamiento frío y la congelación es un método eficaz de conservación de pescado, pero debe ser subrayado que no mejora la calidad del producto.

- La calidad final depende de la calidad del pescado en el momento de la congelación, así como de otros factores durante el congelamiento, almacenamiento en frío y distribución. El requerimiento importante es que los peces deben en todo momento mantenerse en estado fresco antes de la congelación de 0° C y el uso de hielo, o se recomiendan otros métodos de refrigeración.

Almacenamiento de pescado congelado

Duración: el almacenamiento congelado de pescado puede dar una vida de almacenamiento de más de un año, si se realiza correctamente.

Deterioro en almacén:

- El deterioro es diferente al que causa deterioro del pescado refrigerado.
- Se detiene la acción bacteriana pero procesos químicos, bioquímicos y físicos que conducen a cambios irreversibles seguirán produciéndose, pero a un ritmo muy lento.
- Es inevitable y a fin de obtener resultados satisfactorios, los peces de congelación deben ser de buena calidad.

Almacenamiento de pescado congelado

Deterioro de lípidos:

- Los cambios que están teniendo lugar en los lípidos del pescado congelado también ralentizarán cuando la temperatura se reduzca.
- La oxidación de la grasa conduce a olores y sabores característicos. Esto puede ser especialmente grave en peces de alto contenido de grasa y probablemente también ocasiona la mayoría de los cambios de sabor en los peces magros.

Almacenamiento de pescado congelado

- La tasa de oxidación puede reducirse mediante la reducción de la exposición al oxígeno. Esto puede lograrse mediante la introducción de una barrera en la superficie de los peces.
- Concepto beneficioso: Congelar en un bloque en vez de individualmente, y la adición de un glaseado de hielo.

Almacenamiento de pescado congelado

Deshidratación:

- Se ha establecido que las temperaturas fluctuantes de almacén frigorífico son una causa importante de la deshidratación. En la práctica, los casos más severos de secado se producen durante el almacenamiento congelado, en lugar de hacerlo durante la congelación.
- Adquiere un aspecto arrugado seco, tiende a ser pálido o se convierten en blanco en color y la carne esponjosa. Se llama (inapropiadamente), 'quemado por frío'.
- Pérdida de peso: Siituación grave desde un punto de vista económico y la deshidratación acelera los cambios importantes: desnaturalización de proteínas y la oxidación.
- El glaseado expuesto en el almacenamiento se evapora sin embargo, luego de un período de tiempo el secado de los peces se reanudará.

Principios y aplicaciones

- El congelado es un método excelente de preservación con una gran variedad de aplicaciones.

- Inhibe la actividad de los organismos de deterioro y las bajas temperaturas disminuyen grandemente las reacciones bioquímicas y enzimáticas que normalmente ocurren en productos no congelados.

La congelación logra esos objetivos a través de dos vías:

a) por disminución de la temperatura del producto

b) por remoción de agua transformándola en hielo.

Principios y aplicaciones

- La mayoría del agua del tejido disuelve los componentes solubles de la célula, mientras que una pequeña porción está ligada.
- Adicionalmente mucha del agua en solución está formando parte de estructuras tipo geles o fibras musculares.
- El cambio más obvio durante el congelamiento es la solidificación del agua, lo que significa que esta es removida de su posición normal dentro de los tejidos.
- Esto hace que el proceso de descongelado sea sólo parcialmente reversible, dando lugar a exudado y otros cambios.

Principios y aplicaciones

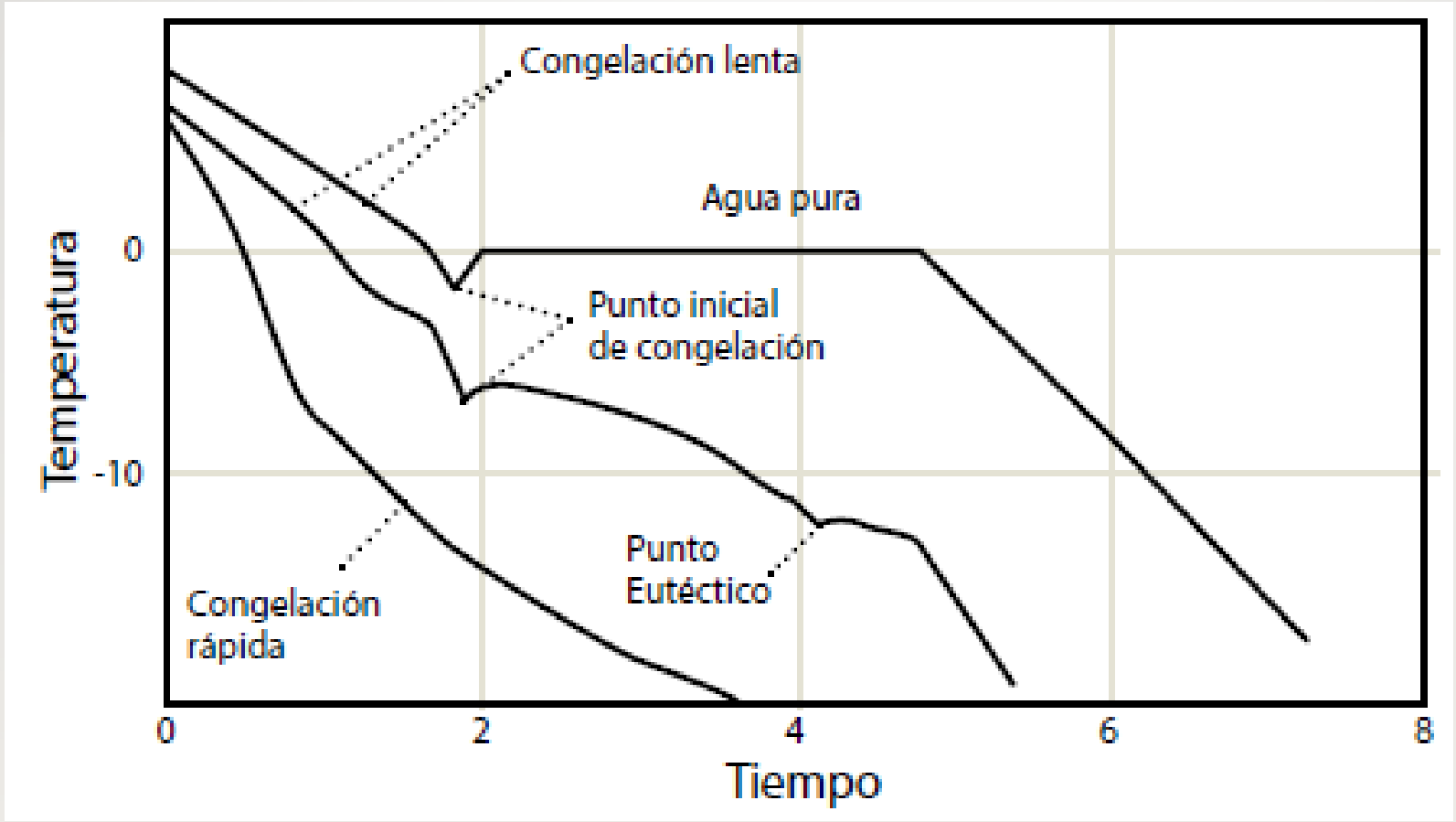
Si se produce exudado al descongelar aumenta la susceptibilidad a la invasión de microorganismos debido a la humedad superficial que se genera.

Aspectos físicos del congelado

1) Formación de hielo

- Desde un punto de vista físico los tejidos musculares pueden ser considerados soluciones acuosas diluidas.
- Cuando se enfría por debajo de 0ºC, se forman cristales de hielo a una temperatura característica (temperatura inicial de congelamiento, TC).
- Esta temperatura depende de la concentración molar de los solutos presentes y no de su contenido de humedad. Para pescado está entre – 0,8 y – 1,2ºC.

Gráfico tiempo-temperatura para la congelación



Aspectos físicos del congelado

2) Tamaño de los cristales de hielo

Una vez que el agua ha comenzado a congelarse, la velocidad de formación de los cristales de hielo es función de la velocidad de remoción de calor y de la velocidad de difusión del agua desde las soluciones y geles a la superficie de los cristales de hielo.

A bajas velocidades de enfriamiento se forman pocos núcleos de cristalización y los cristales de hielo crecen hasta alcanzar tamaños relativamente grandes.

Aspectos físicos del congelado

3) Tamaño de los cristales de hielo: Nucleación

- El agua de las células difunde a través de la pared celular, dejando a las células colapsadas.
- Cristales muy grandes pueden dar lugar a daño mecánico en el producto.
- A medida que aumenta la velocidad de congelado, aumenta el número de cristales mientras que su tamaño disminuye. Cuanto mayor es el sobre-enfriamiento, mayor el número de núcleos formados.

Aspectos físicos del congelado

Nucleación

La nucleación se define como el agrupamiento de átomos en fase líquida en un núcleo estable pequeño.

- Nucleación homogénea.
- Nucleación heterogénea.

Aspectos físicos del congelado

1. Inicia la nucleación: las moléculas de agua se mueven rápidamente para alcanzar la estabilidad termodinámica como hielo hexagonal.
2. Crecimiento de los cristales:

a) Cristales regulares hexagonales:
b) Cristales irregulares: se originan en velocidades de congelación medias y elevadas.
c) Cristales esférico: se presentan en congelaciones rápidas y ultrarrápidas

3) Tamaño de los cristales de hielo

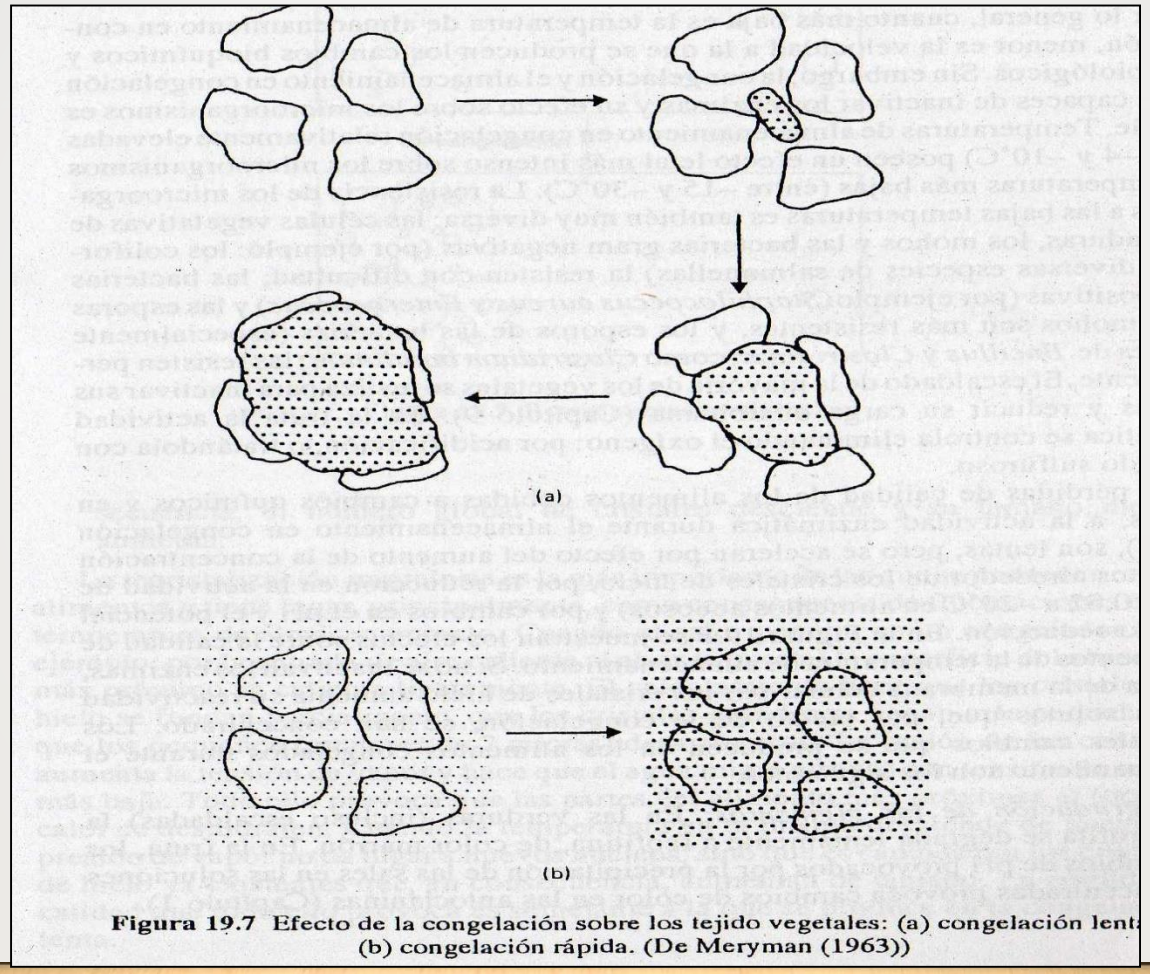


Figura 19.7 Efecto de la congelación sobre los tejido vegetales: (a) congelación lent
(b) congelación rápida. (De Meryman (1963))

3) Cambios dimensionales

El cambio de volumen en los alimentos como resultado del congelamiento es alrededor del 6%.

Este cambio de volumen debe tenerse en cuenta en el diseño de los equipos.

4) Cambios en la composición y el pH

Al congelarse gran parte del agua presente, la solución remanente se hace más concentrada en sustancias disueltas, coloidales y suspendidas.

Este aumento en la concentración causa un cambio en el equilibrio ácido-base importante en la estabilidad de muchos coloides y suspensiones.

Un segundo efecto de este aumento de concentración es la precipitación de las sales y compuestos parcialmente solubles. Esto puede ocasionar daños irreversibles en los sistemas enzimáticos musculares.

5) Cambios fisicoquímicos debidos al congelado

- Cambios en las propiedades texturales causados por la disminución de la capacidad de enlace de las moléculas de agua que origina exudado.
- Remoción de enzimas de las células permitiéndoles el libre acceso a otros sustratos, como cambio bioquímicos.