



INSTITUTO SUPERIOR
UNIVERSITARIO

SUCE

**GUÍA GENERAL DE ESTUDIO
DE QUÍMICA DE ALIMENTOS**



Guía General de Estudio de Química de Alimentos

Cristian David Parreño Valles

María Fernanda Valencia Villacís

Diego Alexis Vinueza Brazales

2026

Esta publicación ha sido sometida a revisión por pares académicos específicos por:

Ing. Cristian Alexander Salazar Flores PhD.
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH

Corrección de estilo:

- Mónica Alexandra Quinatoa Osejos - Docente - Sucre

Diseño y diagramación:

- Freddy Javier Centeno Martínez - Docente - Sucre

Editorial RIMANA

Primera Edición
Quito – Ecuador

INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO SUCRE

ISBN: 978-9942-590-09-1

Esta publicación está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional.



MISIÓN

Ser una Institución Superior Universitaria con estándares de calidad académica e innovación, reconocida a nivel nacional con proyección internacional.

VISIÓN

Formamos profesionales competentes con espíritu emprendedor, capaces de contribuir al desarrollo integral del país.

Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0). Usted es libre de Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: Reconocimiento- debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. No Comercial-no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. Compartir igual-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual
4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)**

Usted acepta y acuerda estar obligado por los términos y condiciones de esta Licencia, por lo que, si existe el incumplimiento de algunas de estas condiciones, no se autoriza el uso de ningún contenido.

Índice

Presentación de la asignatura	8
Resultados del aprendizaje	8
UNIDAD 1 EL AGUA	9
Definiciones Básicas	9
Importancia	9
Fuentes de agua para el ser humano	10
Propiedades del agua	11
<i>Puentes de hidrógeno</i>	11
<i>Temperatura de fusión y ebullición</i>	12
<i>Calor latente de vaporización</i>	12
<i>Calor específico del agua</i>	13
<i>Solubilidad</i>	13
<i>Tensión Superficial</i>	13
Estados físicos del agua	14
Efectos de los solutos en el agua	14
Distribución del agua en los alimentos	15
Actividad del agua	15
Métodos de conservación relacionados con el agua	15
<i>Evaporación</i>	15
<i>Adición de sales</i>	15
<i>Liofilización</i>	16
UNIDAD 2 CARBOHIDRATOS.....	17
Clasificación de los carbohidratos	17
Monosacaridos.....	18
Oligosacáridos.....	19
<i>Sacarosa</i>	19
<i>Lactosa</i>	19
Polisacáridos.....	20
<i>Almidón</i>	20
<i>Pectina</i>	21

<i>Gomas</i>	21
UNIDAD 3 PROTEÍNAS	22
Definiciones Básicas	22
Aminoácidos	22
Estructura	23
Reacción de Maillard	23
UNIDAD 4 ENZIMAS	24
Definiciones Básicas	24
Estructura	24
Mecanismo de las reacciones enzimáticas	25
Sitio activo	25
Especificidad	26
Inhibidores enzimáticos	26
Efecto del pH	26
Efecto de la Temperatura	27
Efecto de la concentración del sustrato	27
Efecto de la actividad del agua	28
UNIDAD 5 LÍPIDOS	29
Definiciones Básicas	29
Fuentes	29
Clasificación	29
Ácidos grasos	30
<i>Ácidos grasos saturados</i>	30
<i>Ácidos grasos insaturados</i>	31
Isomerismo	31
Acilglicéridos	32
<i>Triacilglicéridos o triglicéridos</i>	33
<i>Fosfoglicéridos</i>	33
<i>Esteroles</i>	33
<i>Fitosteroles</i>	33
Manufactura de grasas y aceites	34
Refinación	34

Etapas de la Refinación.....	34
<i>Desgomado</i>	34
<i>Neutralización</i>	34
<i>Decoloración</i>	35
<i>Desodorización</i>	35
Hidrogenación.....	35
Aspecto nutricional	35
UNIDAD 6 VITAMINAS, MINERALES Y PIGMENTOS	36
Vitaminas	36
<i>Vitaminas Liposolubles</i>	37
<i>Vitaminas Hidrosolubles</i>	37
Minerales	38
<i>Calcio</i>	38
<i>Fósforo</i>	38
<i>Hierro</i>	38
Pigmentos	39
<i>Pigmentos naturales</i>	39
<i>Pigmentos sintéticos</i>	39
Referencias Bibliográficas	41

Presentación de la asignatura

La asignatura de Química de Alimentos aborda el estudio de las características químico-físicas de las biomoléculas presentes en los alimentos y su importancia dentro de la industria alimentaria. A través de este enfoque, los estudiantes reconocen cómo estas sustancias se comportan, interactúan y se transforman durante el procesamiento y almacenamiento, comprendiendo los fundamentos que determinan la calidad, estabilidad y valor nutritivo de los productos alimenticios.

Durante el desarrollo de la asignatura, los estudiantes aplican métodos analíticos para identificar y cuantificar los principales componentes de los alimentos, empleando el método científico para interpretar los cambios beneficiosos o perjudiciales que se producen en distintas etapas de un proceso tecnológico. Esta formación integra tanto conceptos teóricos como procedimientos experimentales en laboratorio, fortaleciendo la capacidad para analizar y predecir transformaciones químicas relevantes en el ámbito alimentario.

Asimismo, la asignatura promueve valores y actitudes orientadas al compromiso, el respeto y la responsabilidad en el trabajo profesional. Se fomenta la conciencia ambiental, la ética en el manejo de sustancias y equipos, y el respeto a la dignidad de las personas durante las actividades prácticas. De este modo, los estudiantes desarrollan liderazgo, cultura de trabajo colaborativo y una actitud responsable que contribuye a su formación integral en el campo de la Química de Alimentos.

Resultados del aprendizaje

Reconoce las características químico-físicas de las biomoléculas y su aprovechamiento en la industria de los alimentos.

Identifica las transformaciones químicas que sufren los alimentos a lo largo del procesamiento y almacenamiento.

UNIDAD 1 EL AGUA

Definiciones Básicas

Aunque en ocasiones el agua no se considera un nutriente en sentido estricto, debido a que no sufre transformaciones químicas durante su aprovechamiento biológico, su presencia es indispensable para la vida. Todas las reacciones bioquímicas de las células, desde las más simples hasta las más complejas, requieren agua para llevarse a cabo (Badui, 2006; Belitz et al., 2009).

El agua cumple múltiples funciones biológicas gracias a su capacidad para disolver sustancias, transportarlas y mantenerlas en solución o en suspensión coloidal. Además, participa activamente en reacciones químicas esenciales, como la fotosíntesis y los procesos de hidrólisis enzimática, que permiten la transformación de compuestos complejos en sustancias más simples y asimilables (Damodaran et al., 2017).

En los seres vivos, el agua constituye el componente mayoritario de los tejidos, representando generalmente más del 60 % de su composición. En los alimentos, su contenido puede alcanzar hasta el 96–97 %, como ocurre en muchas frutas, donde es determinante para su frescura. Incluso productos aparentemente secos conservan una fracción significativa de agua, lo que demuestra su influencia directa sobre las propiedades y la estabilidad de los alimentos e los alimentos (Badui, 2006; Fennema, 1996).

Importancia

Para el tecnólogo de alimentos, es fundamental comprender el comportamiento del agua en sus tres estados físicos: sólido, líquido y gaseoso. Desde el punto de vista de la ingeniería de alimentos, sus propiedades fisicoquímicas influyen de manera decisiva en el diseño y control de los procesos de transformación, conservación y almacenamiento (Heldman & Lund, 2007).

El agua también juega un papel clave en el crecimiento microbiano y en el desarrollo de reacciones químicas y enzimáticas no deseadas. Por esta razón, muchos métodos de conservación se basan en la reducción del agua disponible, A través de técnicas como el secado (deshidratación), el congelado, la liofilización, el salado y el azucarado, se limita de manera efectiva el desarrollo microbiano en los

alimentos, logrando prolongar de forma significativa su durabilidad y estabilidad durante el almacenamiento. (Badui, 2006; Coultate, 2016).

Fuentes de agua para el ser humano

El cuerpo humano está compuesto en un 60–70 % por agua, aunque su distribución varía según el tipo de tejido. El agua actúa como medio de transporte de nutrientes, regula la temperatura corporal y participa en innumerables reacciones metabólicas. Debido a las pérdidas continuas por sudoración, respiración, orina y heces, es necesario un consumo diario aproximado de 2,5 litros, ajustado a factores como edad, sexo y nivel de actividad física (Fennema, 1996).

La principal fuente de agua es la ingesta de líquidos, pero también se obtiene a través de los alimentos, especialmente frutas, verduras, leche, huevos y pan. En menor proporción, el organismo produce agua como resultado de reacciones metabólicas, como la oxidación de carbohidratos, lípidos y proteínas (Badui, 2006).

Otra fuente, aunque de menor relevancia, proviene del interior del organismo a partir de procesos metabólicos: la oxidación completa de una molécula de glucosa produce seis moléculas de agua, lo que representa alrededor de 0.6 g por cada gramo de monosacárido. De igual forma, se generan aproximadamente 1,1 g y 0,4 g de agua metabólica por gramo de lípido y de proteína, respectivamente, lo que demuestra la contribución metabólica al balance hídrico corporal (Damodaran et al., 2017).

FIGURA 1

Contenido aproximado de agua en algunos alimentos

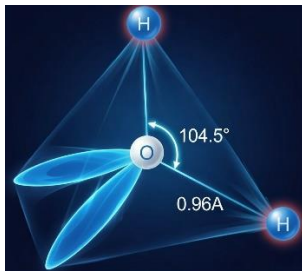
Contenido aproximado de agua en algunos alimentos (%)	
Lechuga, espárrago, coliflor	95
Brócoli, zanahoria	90
Manzana, durazno, naranja	88
Leche	87
Papa, pera	80
Huevo, pollo	74
Carne de res	70
Carne de cerdo, helado	60
Pan	40
Queso	45
Mantequilla	16
Galletas	5
Chocolate	2

Propiedades del agua

La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, unidos por enlaces covalentes. Su estructura es altamente polar y adopta una disposición tridimensional tetraédrica, lo que explica muchas de sus propiedades físicas y químicas únicas, especialmente su comportamiento como disolvente universal (Belitz et al., 2009).

FIGURA 2

Forma tetraédrica de la molécula del agua

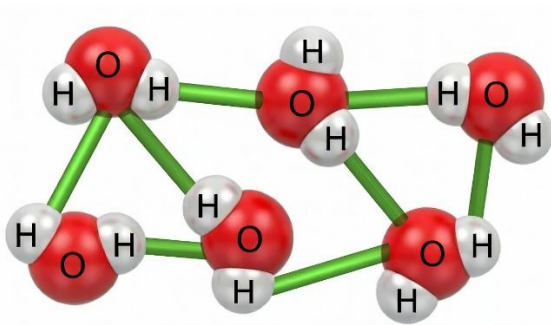


Puentes de hidrógeno

Los puentes de hidrógeno son interacciones electrostáticas débiles que se forman entre moléculas polares. En el agua, estas interacciones explican su elevada cohesión, su alto punto de ebullición y su capacidad para interactuar con otras sustancias polares, como proteínas y carbohidratos (Badui, 2006). Estas interacciones son favorecidas a bajas temperaturas y disminuyen conforme la temperatura aumenta. Aunque su energía es baja en comparación con los enlaces covalentes, su gran número confiere al agua propiedades físicas excepcionales que influyen directamente en la textura, estabilidad y comportamiento reológico de los alimentos (Fennema, 1996; Belitz et al., 2009).

FIGURA 3

Representación de los puentes de hidrógeno en la molécula de agua



Es importante destacar que los puentes de hidrógeno no se forman exclusivamente en el agua, sino también en cualquier compuesto con naturaleza polar, como las proteínas y los hidratos de carbono, gracias a la presencia de múltiples grupos hidrófilos en sus estructuras. A través de este mecanismo, tanto los polímeros como ciertos compuestos de bajo peso molecular son capaces de retener agua, lo que otorga a los alimentos características reológicas muy específicas. Las temperaturas bajas promueven la creación de puentes de hidrógeno, en tanto que las altas los rompen; se estima que en el hielo prácticamente el 100% de las moléculas participan en estos enlaces, mientras que en el vapor dicho porcentaje es nulo.

Temperatura de fusión y ebullición

A pesar de su bajo peso molecular, el agua presenta temperaturas de fusión y ebullición inusualmente altas en comparación con otros compuestos similares. Este comportamiento se debe a la presencia de puentes de hidrógeno, sin los cuales el agua sería gaseosa en condiciones ambientales normales (Badui, 2006).

Calor latente de vaporización

El agua destaca por contar con un calor latente de evaporación muy elevado (2 260 kJ/kg o 539 kcal/kg). Esto quiere decir que se precisa una gran cantidad de energía para convertir el agua líquida en vapor a 100 °C. Esta energía se utiliza principalmente para vencer las fuerzas de atracción entre las moléculas, permitiendo que se separen y pasen al estado gaseoso.

Este comportamiento explica por qué pequeñas cantidades de agua, al evaporarse, pueden absorber mucho calor, como ocurre en la deshidratación de alimentos o en la evaporación del sudor, que es uno de los principales mecanismos de pérdida de calor del cuerpo humano (Heldman & Lund, 2007; Coultate, 2016).

El proceso contrario, la condensación, libera esta misma cantidad de energía, ya que es exotérmico. Esta propiedad se aprovecha en la esterilización de alimentos enlatados, donde el vapor condensado transmite eficientemente calor al producto.

En el caso de alimentos no ácidos, el calentamiento externo incrementa la presión dentro del envase, permitiendo alcanzar temperaturas cercanas a 121 °C, necesarias para lograr la esterilización comercial.

Calor específico del agua

El agua también posee un alto calor específico (4,186 kJ/kg·K o 1 cal/g·°C a 20 °C), lo que implica que necesita absorber mucha energía para aumentar su temperatura. Gran parte de esta energía se emplea en agitar las moléculas y romper los puentes de hidrógeno, más que en elevar la temperatura propiamente dicha.

En líquidos que no presentan puentes de hidrógeno, el aumento de temperatura ocurre con mayor facilidad. Por esta causa, el agua resulta menos eficiente como medio de calentamiento en comparación con los aceites comestibles, los cuales poseen un calor específico inferior y pueden alcanzar temperaturas superiores a los 100 °C, indispensables para procesos como la fritura (Badui, 2006; Heldman & Lund, 2007).

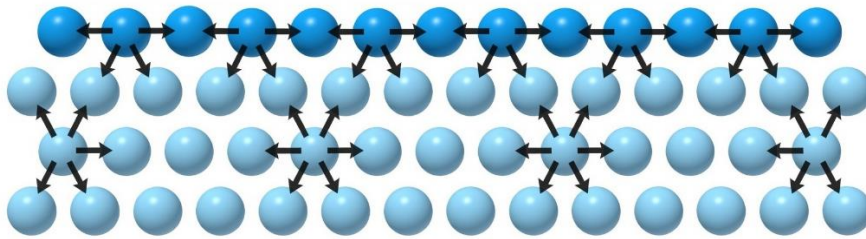
Solubilidad

El agua es uno de los disolventes más importantes en la naturaleza y en los sistemas biológicos. Está presente en océanos, ríos y lagos, así como en alimentos, sangre y orina, donde cumple funciones vitales. Muchas sales y compuestos, tanto iónicos como polares, sólo pueden disolverse en agua y no en disolventes apolares como el benceno o el cloroformo. Esta capacidad se debe a su alta constante dieléctrica, cuyo valor es cercano a 80 a 20 °C, muy superior al de otros disolventes como el metanol o el etanol. Además, el agua puede disolver sustancias no iónicas pero polares —como azúcares, alcoholes, aminoácidos y ácidos orgánicos— debido a la creación de enlaces de hidrógeno con grupos funcionales tales como hidroxilo, amino o carboxilo (Belitz et al., 2009; Damodaran et al., 2017).

Tensión Superficial

Las moléculas de agua que se encuentran en la superficie se comportan de manera diferente a las del interior, formando una especie de película elástica, responsable del fenómeno conocido como tensión superficial.

FIGURA 4
Representación molecular de la tensión superficial



Esta propiedad dificulta la humectación de polvos, ya que la interfase agua-aire presenta una tensión superficial elevada (72,75 dinas/cm a 20 °C). Para facilitar la hidratación y la formación de dispersiones estables, se utilizan agentes tensoactivos o se aplica energía mecánica mediante agitación u homogeneización.

La tensión superficial aumenta con la incorporación de sales o azúcares, pero se reduce al aumentar la temperatura, a causa de la disminución de las fuerzas de atracción intermoleculares. (Coultrate, 2016).

Estados físicos del agua

El agua puede presentarse en estado sólido, líquido o gaseoso, según la cantidad y la intensidad de los enlaces de hidrógeno que se encuentren presentes. A presión atmosférica, el hielo se forma a 0 °C y el vapor a 100 °C. En condiciones especiales, conocidas como punto triple (0,0099 °C y 4,579 mmHg), los tres estados coexisten en equilibrio. Esta versatilidad es una propiedad excepcional del agua y fundamental para la vida en la Tierra (Badui, 2006).

Efectos de los solutos en el agua

La incorporación de solutos altera la organización del agua y modifica sus propiedades coligativas, tales como la reducción del punto de congelación, el incremento del punto de ebullición, la disminución de la presión de vapor y el aumento de la presión osmótica. Por ejemplo, el incremento del punto de ebullición es directamente proporcional a la concentración del soluto y proporcional inversamente a su peso molecular. La determinación de la depresión del punto de congelación se emplea como método de control de calidad en la leche, ya que esta propiedad se mantiene casi constante alrededor de -0,54 °C cuando su composición es normal (Fennema, 1996; Badui, 2006).

Distribución del agua en los alimentos

El contenido de agua de un alimento no se distribuye de forma uniforme. En los tejidos animales y vegetales, el agua puede encontrarse asociada a proteínas, carbohidratos y otras macromoléculas, o confinada en microestructuras internas.

Por ello, no toda el agua posee las mismas propiedades: algunas fracciones se congelan fácilmente, mientras que otras permanecen líquidas incluso a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. El agua ligada es aquella que no se congela a esa temperatura y está fuertemente asociada a componentes del alimento. En cambio, el agua libre o capilar se congela con mayor facilidad, se evapora durante el calentamiento y constituye la principal responsable de la actividad del agua. (Damodaran et al., 2017).

Actividad del agua

La actividad del agua (a_w) refleja la cantidad de agua libre disponible para el desarrollo de microorganismos o para reacciones que comprometen la calidad del alimento. No debe equipararse al contenido total de humedad. En términos generales, a medida que la actividad del agua aumenta y se acerca más a 1, mayor resulta la inestabilidad del producto alimenticio. Por esta razón, las carnes, frutas y vegetales frescos necesitan refrigeración, en tanto que los alimentos con baja actividad de agua suelen mantenerse estables a temperatura ambiente. (Badui, 2006; Coultate, 2016).

Métodos de conservación relacionados con el agua

Evaporación

Consiste en eliminar parte del agua del alimento o en añadir solutos que la retengan. Un ejemplo es la leche evaporada, cuya actividad del agua disminuye de forma notable, extendiendo considerablemente su vida útil. Este mismo principio se emplea en la elaboración de mermeladas, jaleas y néctares.

Adición de sales

Las sales reducen la actividad del agua, si bien en concentraciones altas pueden perjudicar de manera notable el sabor. Por esta razón, generalmente se combinan con otros agentes conservadores para estabilizar los alimentos de humedad intermedia.

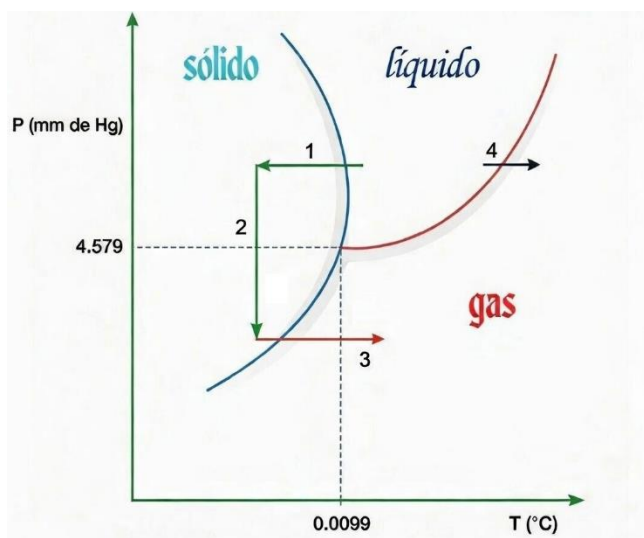
Liofilización

En el proceso de liofilización, el agua se elimina mediante sublimación (transformación directa del estado sólido al gaseoso sin atravesar la fase líquida), y no a través de evaporación.

En la figura 4 se ilustra la ruta denominada “4” que es el proceso común para evaporar agua de los alimentos. con la ruta “1-2-3”. El primer paso consiste en la congelación rápida del producto A continuación se produce una marcada disminución de la presión por debajo del punto triple; finalmente, se suministra una pequeña cantidad de calor mediante radiación (calor latente de sublimación, 2825 kJ/kg o 675 cal/g), suficiente únicamente para facilitar la sublimación. Dado que la sublimación ocurre a temperaturas bajas, el alimento evita daños por efecto térmico y los grupos hidrófilos responsables de retener agua permanecen intactos; la rehidratación de los productos liofilizados resulta muy fácil y permite recuperar alimentos con características sensoriales (aroma, textura, sabor, entre otras) y contenido vitamínico prácticamente idénticos a los de la materia prima original. No obstante, por el elevado costo del equipo y del proceso operativo, este método se reserva para productos como té, café, determinados vegetales, carnes y algunos más, aunque en la industria farmacéutica representa el procedimiento de secado por excelencia. (Badui, 2006; Heldman & Lund, 2007).

FIGURA 5

Proceso de liofilización representado en el diagrama de fases del agua



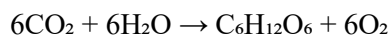
UNIDAD 2 CARBOHIDRATOS

Los hidratos de carbono, comúnmente denominados carbohidratos (CHO), constituyen compuestos integrados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Todos comparten ciertas particularidades químicas, tales como la presencia de grupos funcionales C=O o –OH, los cuales definen su comportamiento y sus propiedades características. (Belitz et al., 2009; Coultate, 2016).

Estos compuestos representan los más abundantes en la naturaleza y, además, representan una parte fundamental de la alimentación humana. De hecho, en muchos países los carbohidratos aportan entre el 50 y el 80 % de la energía total de la dieta diaria (Fennema, 1996; Badui, 2006).

Existe una gran diversidad de hidratos de carbono. Entre los más reconocidos podemos encontrar la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón y la celulosa. Sin embargo, también hay otros menos presentes en los alimentos cotidianos que, a pesar de encontrarse en menores cantidades, son muy importantes por sus propiedades físicas, químicas y nutrimentales. Aunque en el pasado muchos de estos carbohidratos eran considerados residuos, hoy en día se aprovechan ampliamente en la elaboración de diversos alimentos, como fibras y gomas (Coultate, 2016; Damodaran et al., 2017).

Los carbohidratos de origen vegetal son más numerosos y variados que los de origen animal. Se producen durante la fotosíntesis y cumplen una función clave, ya que almacenan la energía proveniente del Sol en forma de compuestos químicos:



Finalmente, los seres vivos obtienen energía gracias al metabolismo de los hidratos de carbono, a través de procesos bioquímicos como la glucólisis y el ciclo de Krebs, que permiten liberar y aprovechar esa energía para las funciones vitales (Belitz et al., 2009; Damodaran et al., 2017).

Clasificación de los carbohidratos

Desde el punto de vista estructural y funcional, los carbohidratos se clasifican en monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos, de acuerdo con la cantidad de unidades de azúcar que integran su estructura. (Badui, 2006).

Monosacáridos

Los monosacáridos representan las unidades más básicas de los carbohidratos y funcionan como los bloques básicos a partir de los cuales se forman carbohidratos más complejos. Cuando estos monosacáridos se unen mediante enlaces químicos, dan origen a oligosacáridos y polisacáridos, los cuales pueden estar formados por uno o por diferentes tipos de monómeros (Belitz et al., 2009).

Entre todos los monosacáridos, la glucosa es el más abundante en la naturaleza. Se encuentra de manera natural en diversas frutas, como manzanas y fresas, así como en algunas hortalizas, por ejemplo la cebolla. La cantidad de glucosa presente en estos alimentos varía principalmente según su grado de madurez. La glucosa empleada comercialmente en la industria de alimentos se obtiene mediante la hidrólisis controlada del almidón, un procedimiento que facilita su producción a gran escala para la fabricación de numerosos alimentos (Badui, 2006; Coultate, 2016).

Otros monosacáridos comunes en la naturaleza, como las tetrosas, pentosas y hexosas, se originan a partir del D-gliceraldehído. Estas moléculas se forman mediante la adición de grupos CHOH a la cadena básica de carbonos, lo que da lugar a estructuras con diferentes longitudes y propiedades (Belitz et al., 2009).

FIGURA 6
Estructura de los Monosacáridos

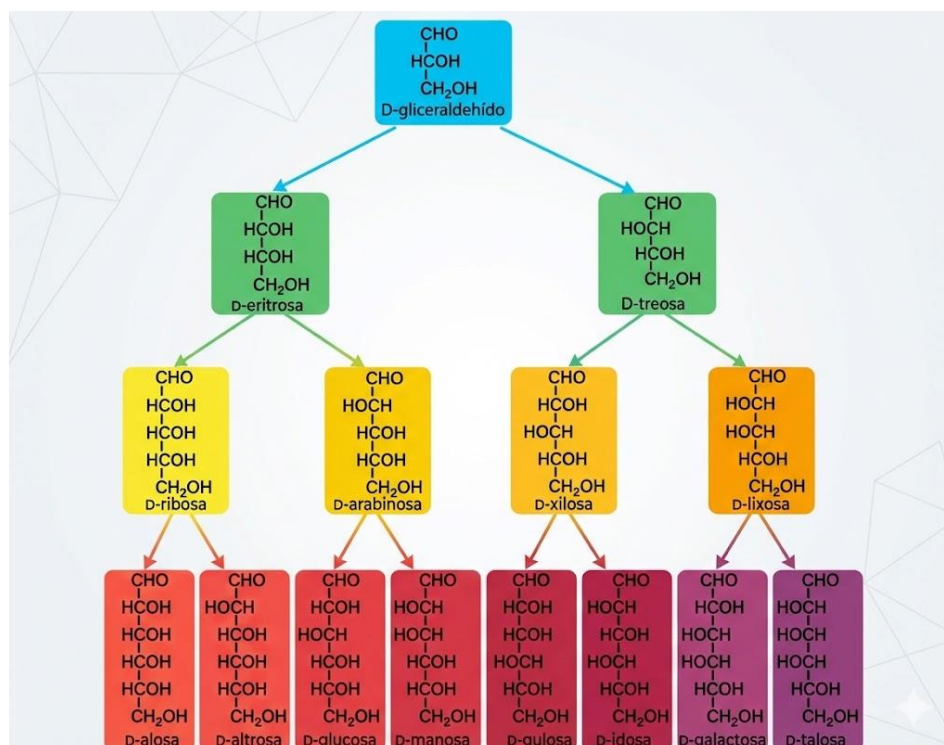
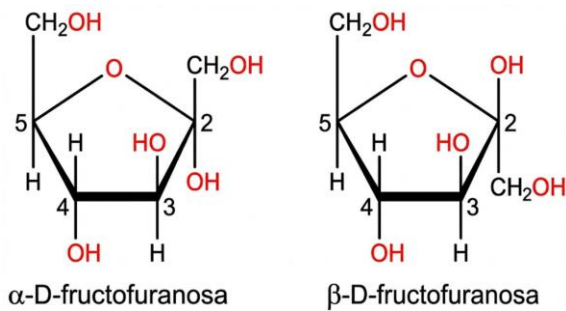


FIGURA 7
Estructura de la Fructosa



Oligosacáridos

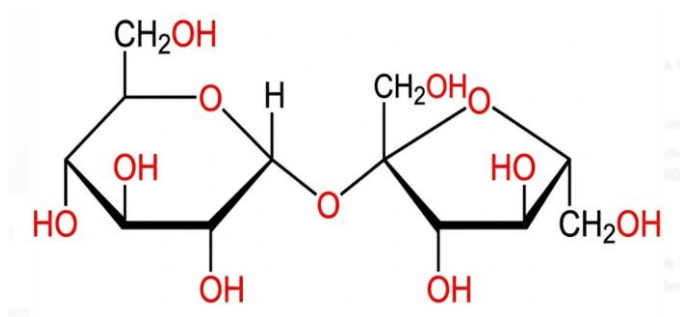
En el área de los alimentos, los más importantes son los disacáridos y algunos tri y tetrasacáridos. Un disacárido se sintetiza por la unión de dos monosacáridos (con la consecuente pérdida de una molécula de agua), pero también se pueden obtener por la hidrólisis de los polisacáridos (Badui, 2006).

Sacarosa

La sacarosa (b-D-fructofuranosil-a-D-glucopiranososa) llamada comúnmente “azúcar”, está integrada por una glucosa cuyo carbono aldehídico se une al cetónico de la fructosa.

La sacarosa se encuentra de manera natural en abundancia en la mayoría de las frutas, en algunas raíces (como la remolacha, de la cual se obtiene comercialmente, junto con la caña de azúcar), en determinados cereales y en leguminosas tales como los guisantes. (Belitz et al., 2009; Coultate, 2016).

FIGURA 8
Estructura de la Sacarosa



Lactosa

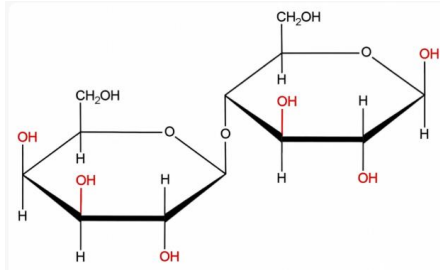
La lactosa es un disacárido cuya estructura química corresponde a la 4-O- β -D-galactopiranosil-D-glucopiranososa. Se localiza de manera exclusiva en la leche de mamíferos y está formada por dos

monosacáridos: una unidad de galactosa y otra de glucosa, conectadas a través de un enlace químico.

(Walstra et al., 2006; Badui, 2006).

FIGURA 9

Estructura de la Lactosa



Polisacáridos

Los polisacáridos son un grupo amplio y diverso de polímeros formados por la unión de más de diez monosacáridos mediante distintos tipos de enlaces glucosídicos. Cuando el número de unidades es menor a diez, estos compuestos se clasifican como oligosacáridos.

Pueden presentarse como cadenas lineales o ramificadas y estar constituidos por un único tipo de monosacárido, en cuyo caso reciben el nombre de homopolisacáridos —por ejemplo, el almidón y la celulosa—, o bien por diversos tipos de monosacáridos, denominados heteropolisacáridos, grupo al que pertenecen la mayoría de las gomas. (Belitz et al., 2009).

Desde el punto de vista biológico, los polisacáridos se agrupan principalmente según la función que desempeñan. Por un lado, se incluyen aquellos que integran la estructura celular y otorgan rigidez a los tejidos, como la celulosa, las pectinas y las gomas. Por otro, están los polisacáridos que funcionan como reserva de energía, tanto en animales, como el glucógeno, como en plantas, donde destacan el almidón y la inulina. Cada uno de estos grupos presenta propiedades físicas y químicas particulares (Damodaran et al., 2017).

Almidón

El almidón ha sido un componente esencial de la alimentación humana desde tiempos prehistóricos y, además, posee una amplia variedad de aplicaciones industriales. Tras la celulosa, constituye uno de los polisacáridos más abundantes y relevantes desde la perspectiva comercial. Se localiza principalmente en cereales, tubérculos y algunas frutas, donde cumple la función de reserva energética.

La cantidad de almidón presente en los alimentos varía de acuerdo con su grado de madurez. Un ejemplo claro es el plátano: cuando se encuentra verde, el almidón representa la mayor parte de sus hidratos de carbono, mientras que los azúcares simples están presentes en cantidades muy bajas. A medida que el fruto madura, el almidón se descompone por la acción de enzimas tales como las amilasas, y a través de otros procesos enzimáticos se generan azúcares como la sacarosa y la fructosa, característicos del plátano maduro (Badui, 2006; Belitz et al., 2009).

El almidón tiene dos componentes principales, la amilosa y la amilopectina. La amilosa está formada por cadenas lineales que contienen aproximadamente entre 300 y 3000 unidades de glucosa. Estas cadenas adoptan una estructura helicoidal, con seis monómeros por cada vuelta de la hélice. Generalmente, la amilosa constituye entre el 25 y el 30 % del contenido total del almidón. La amilopectina representa la mayor fracción del almidón, con un porcentaje aproximado del 70 al 75 %. Está compuesta por entre 2000 y 200 000 unidades de glucosa y, a diferencia de la amilosa, presenta una estructura altamente ramificada (Belitz et al., 2009; Damodaran et al., 2017).

Pectina

Las pectinas son polisacáridos complejos de naturaleza coloidal que forman parte de la estructura de las frutas. Son ampliamente utilizadas en la elaboración de jaleas y mermeladas debido a su capacidad para formar geles en presencia de azúcar y ácido. Además, se emplean como agentes espesantes y estabilizantes en diversos productos alimenticios (Badui, 2006; Coultate, 2016).

Gomas

Originalmente, el término “gomas” se utilizaba para describir sustancias obtenidas por la exudación de ciertas plantas y árboles. En la actualidad, este concepto abarca a un amplio grupo de polisacáridos de alto peso molecular que se caracterizan por su capacidad para espesar y formar geles. Asimismo, presentan diversas propiedades funcionales, como la emulsificación, la estabilización y la crioprotección. Todas estas sustancias forman parte de la fibra cruda, ya que el organismo humano no puede digerirlas ni metabolizarlas, debido a la ausencia de las enzimas necesarias para su degradación (Fennema, 1996; Damodaran et al., 2017).

UNIDAD 3 PROTEÍNAS

Definiciones Básicas

Las proteínas, junto con los ácidos nucleicos, constituyen moléculas esenciales para el almacenamiento y la transferencia de información en los organismos vivos. Desempeñan un papel central en los sistemas biológicos, ya que participan prácticamente en todos los procesos vitales. Incluso los microorganismos más simples poseen al menos unas 3 000 proteínas diferentes, las cuales cumplen funciones muy diversas, como dar estructura a las células, transportar sustancias, permitir el movimiento, participar en la defensa y el reconocimiento celular, almacenar compuestos y actuar como catalizadores en las reacciones químicas, función que realizan las enzimas (Belitz et al., 2009; Damodaran et al., 2017).

Desde el punto de vista alimentario, las proteínas pueden definirse como aquellas que son fáciles de digerir, no resultan tóxicas, aportan un valor nutricional adecuado, son funcionales dentro de los alimentos y se encuentran disponibles en cantidades suficientes. En la alimentación infantil, productos como La carne, la leche y el huevo se consideran fundamentales por su elevado valor biológico. No obstante, en numerosas regiones del mundo, particularmente en países de Asia, se consumen proteínas derivadas de fuentes que anteriormente se consideraban “no convencionales”, como la soya y otras leguminosas, que destacan por su adecuado equilibrio de aminoácidos esenciales (Badui, 2006; Fennema, 1996).

Las proteínas están formadas por unidades más simples llamadas aminoácidos, que constituyen la base de su estructura química.

En el código genético se encuentran codificados veinte tipos diferentes de α -aminoácidos. Estos actúan como eslabones que se unen entre sí para formar péptidos; cuando dichas cadenas alcanzan una longitud considerable y un alto peso molecular, reciben el nombre de proteínas.

Aminoácidos

Los aminoácidos son las unidades estructurales más simples y comunes a todas las proteínas. Como se mencionó anteriormente, existen veinte α -aminoácidos codificados genéticamente, los cuales se enlazan para formar péptidos y, posteriormente, cadenas polipeptídicas que dan origen a las proteínas (Damodaran et al., 2017).

Estructura

En los α -aminoácidos, el grupo amino se encuentra unido al carbono adyacente al grupo carboxilo, razón por la cual reciben este nombre. A este mismo carbono α también se enlazan un átomo de hidrógeno y una cadena lateral o grupo R. La naturaleza química de esta cadena lateral determina las propiedades específicas de cada aminoácido, como su carga eléctrica, solubilidad, reactividad química y la capacidad de establecer enlaces de hidrógeno. Estas propiedades inciden directamente en el comportamiento de cada residuo al integrarse en una cadena polipeptídica (Belitz et al., 2009).

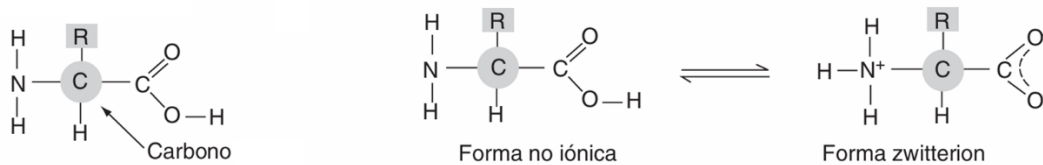


FIGURA 10
Estructura de los aminoácidos

Reacción de Maillard

La reacción de Maillard, también llamada glucosilación no enzimática de las proteínas es un proceso complejo que ocurre en los alimentos cuando se someten a altas temperaturas.

Esta reacción provoca importantes transformaciones durante la cocción, ya que no solo genera el característico cambio de color en alimentos como carnes, pescados y verduras, sino que también intensifica sus aromas y da lugar a sabores nuevos y más intensos (Badui, 2006; Coultate, 2016).

Cabe destacar que esta reacción solo tiene lugar en condiciones de cocción en seco, por lo que no se produce cuando los alimentos se cocinan en medios líquidos, como al hervirlos (Fennema, 1996; Damodaran et al., 2017).

UNIDAD 4 ENZIMAS

Definiciones Básicas

Las enzimas son catalizadores biológicos son básicamente proteínas su papel es importante en las reacciones bioquímicas, ya que ayudan a que la velocidad de estas sea muy, como una de sus características es no consumirse durante el proceso y tienen alto nivel de especificidad (Belitz et al., 2009; Damodaran et al., 2017).

Su campo de acción está dado en la intervención con reacciones metabólicas, así como la mayoría de las reacciones químicas esenciales para que las células permanezcan activas dependen en gran medida de estos compuestos, ya que sin su intervención los procesos se desarrollarían en un tiempo considerablemente mayor o, en el peor escenario, no ocurrirían en absoluto (Fennema, 1996).

En el ámbito de la ciencia de los alimentos, resulta imprescindible estudiar las variables que controlan las modificaciones en las propiedades de los productos; algunas de estas alteraciones pueden ser ventajosas, como ocurre en la maduración de las frutas, mientras que otras resultan perjudiciales, tales como la oxidación de ácidos grasos o el oscurecimiento enzimático. Las reacciones bioquímicas tienen una vital importancia en la industria alimentaria ya que varios productos se obtienen a partir de procesos bioquímicos (reacciones) los cuales se efectúa a partir de enzimas endógenas que se encuentran formando parte de los alimentos debido a su añadidura o producidas por microorganismos en el proceso de fermentación (Badui, 2006; Coultate, 2016).

Estructura

La estructura de la enzima responde a una proteína debido a esta formación actúa como catalizador biológico teniendo como función llevar a cabo reacciones bioquímicas de alta velocidad durante la cual estas no se consumen y químicamente tienen un alto grado de especificidad (Belitz et al., 2009).

Las enzimas son compuestos de bajo peso molecular, con elevada resistencia térmica y con distintos niveles de afinidad hacia la apoenzima; entre sus principales cofactores destacan las vitaminas (tiamina, niacina, piridoxina, riboflavina y ácido pantoténico), cationes (cobre, molibdeno, zinc, magnesio, hierro, manganeso y calcio), aniones (esencialmente cloruros) y otros compuestos orgánicos (Damodaran et al., 2017).

Mecanismo de las reacciones enzimáticas

El condicionante Para que ocurra la reacción, es necesario que los reactivos (sustratos) alcancen un estado de transición estable, lo que conlleva una reducción en la energía de activación necesaria para el proceso.

En ausencia de la enzima, el intermediario no consigue estabilizarse, habitualmente a causa de las cargas eléctricas que surgen, por lo que los sustratos vuelven a su forma inicial. La estabilización con la enzima presente se consigue gracias a las interacciones con los grupos del sitio activo de la enzima. Desde este intermediario se pueden generar los productos finales. Este mecanismo se detalla más adelante al describir el sitio activo (Belitz et al., 2009).

Es fundamental destacar que las enzimas únicamente aceleran la velocidad de las reacciones que termodinámicamente son factibles; al igual que otros catalizadores, influyen notablemente en la rapidez con que se alcanza el equilibrio, sin modificar el equilibrio final de la reacción. Bajo estas condiciones, las transformaciones químicas se producen por una vía que demanda menor energía de activación (Fennema, 1996; Damodaran et al., 2017).

Sitio activo

Se ha propuesto que las proteínas con función catalítica adoptan una conformación globular, caracterizada por una superficie irregular con prominencias y huecos. Dependiendo del plegamiento de la proteína, determinados residuos de aminoácidos, por lo común polares, quedan expuestos en la superficie de la estructura globular, mientras que otros permanecen enterrados en el interior de la molécula. Por lo general, es en esta superficie donde se localiza el dominio responsable de la interacción con el sustrato, conocido también como sitio activo (Belitz et al., 2009).

Una vez que el sustrato se une a la enzima, se produce una modificación en el sitio activo que permite un ajuste preciso a la molécula del sustrato; este cambio favorece la creación de un intermediario entre ambos componentes y, finalmente, conduce a la generación del producto. (Damodaran et al., 2017)

Especificidad

Las enzimas poseen la capacidad de promover reacciones químicas con un alto grado de especificidad; en otras palabras, su acción se restringe a un tipo particular de compuesto que debe presentar determinadas características estructurales para poder actuar como sustrato (Badui, 2006).

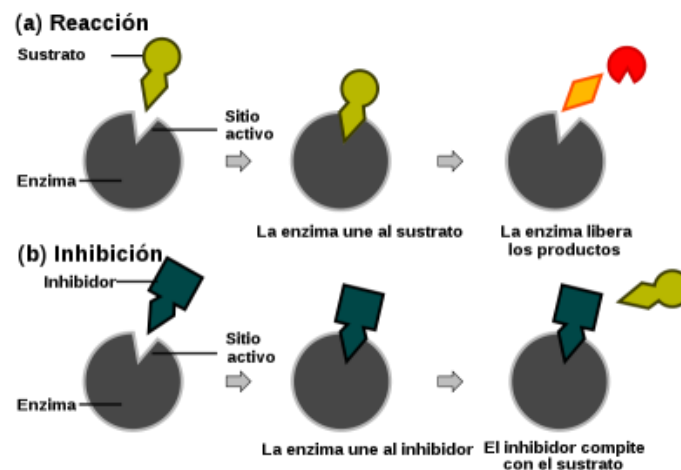
En el caso de las enzimas con baja especificidad, que ocurre por ejemplo cuando estas atacan un tipo concreto de enlace químico sin importar la identidad del sustrato, las lipasas constituyen un claro ejemplo, ya que hidrolizan enlaces éster entre ácidos y alcoholes en una amplia diversidad de compuestos orgánicos; lo mismo sucede con ciertas proteasas capaces de hidrolizar enlaces peptídicos entre cualquier par de aminoácidos. (Belitz et al., 2009).

Inhibidores enzimáticos

Un inhibidor enzimático es una molécula que se une a una enzima y disminuye su actividad. Esta unión puede ser reversible (Damodaran et al., 2017).

FIGURA 11

Mecanismo de reacción y funcionamiento de los inhibidores enzimáticos



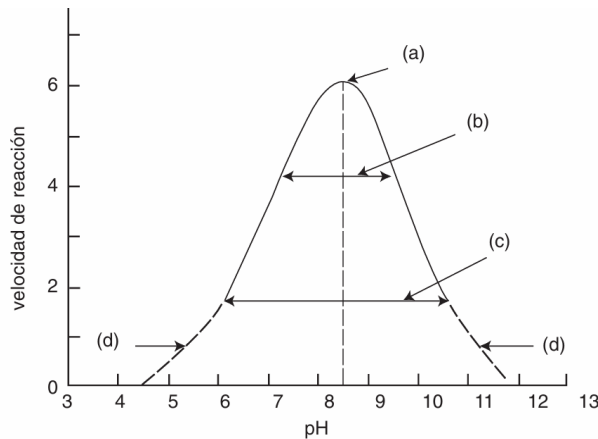
Efecto del pH

La concentración de iones hidronio guarda una relación directa con la actividad enzimática, puesto que influye en el grado de ionización de los aminoácidos que componen la proteína, incluidos los del sitio activo, del sustrato (cuando este es ionizable) o del complejo enzima-sustrato.

En algunos casos es factible inhibir la actividad de las enzimas endógenas, siempre que el alimento lo permita, a través de la disminución del pH mediante la incorporación de ácidos permitidos como aditivos (por ejemplo, la adición de ácido cítrico en el aguacate).

FIGURA 12

Efecto del pH sobre la actividad enzimática: (a) pH óptimo de acción; (b) rango de estabilidad de la enzima; (c) rango de inactivación reversible; (d) inactivación irreversible.



Efecto de la Temperatura

La velocidad de las reacciones catalizadas por enzimas aumenta al subir la temperatura, gracias al mayor movimiento cinético de las moléculas; sin embargo, este efecto se observa únicamente dentro del rango en el que la enzima permanece estable y conserva su función catalítica. Cuando el incremento térmico es excesivo (situación límite), la desnaturalización predomina en mayor grado y, en consecuencia, la proteína pierde su capacidad catalítica (Damodaran et al., 2017). Cada enzima posee un intervalo óptimo de temperatura donde alcanza su máxima actividad; para la mayoría de las enzimas este rango se sitúa entre 30 y 45 °C, y se inactiva por encima de 60 °C, puesto que a esta temperatura la energía suministrada al sistema excede la energía de las fuerzas que mantienen la estructura activa de la enzima (Badui, 2006).

Efecto de la concentración del sustrato

Al igual que ocurre con cualquier reacción química, la velocidad de las reacciones catalizadas por enzimas aumenta al elevarse la temperatura, gracias al incremento de la energía cinética de las moléculas; sin embargo, este efecto se limita al rango en el que la enzima conserva su estabilidad y su función catalítica. En situaciones extremas, cuando el aumento térmico es excesivo, se promueve la

desnaturalización y, como consecuencia, la proteína pierde su capacidad catalítica. (Belitz et al., 2009; Damodaran et al., 2017).

Efecto de la actividad del agua

Los alimentos se someten a deshidratación con el fin de impedir el desarrollo de microorganismos; no obstante, incluso en estas condiciones persiste la actividad de numerosas enzimas. Las frutas y verduras deshidratadas están expuestas a procesos de deterioro si no se inactivan sus enzimas mediante un tratamiento previo de escaldado. Ciertas enzimas son capaces de seguir actuando con cantidades mínimas de agua. (Badui, 2006; Coultate, 2016).

UNIDAD 5 LÍPIDOS

Definiciones Básicas

La palabra lípido proviene del griego lipos, que significa grasa, estos compuestos desempeñan numerosas funciones en los tejidos y representan la principal fuente de energía, ya que cada gramo aporta 9 kcal debido a que su estructura contiene una mayor proporción de átomos de carbono en comparación con las proteínas y los hidratos de carbono, los cuales generan 4 kcal/g. Cumplen diversas funciones, entre ellas: poseen actividad biológica, forman parte de la estructura de las membranas celulares y de los sistemas de transporte de distintos nutrientes, incluyen ácidos grasos esenciales, vitaminas y hormonas, algunos actúan como pigmentos, entre otras (Belitz et al., 2009; Badui, 2006). Asimismo, funcionan como aislantes térmicos naturales en humanos y animales, pues, al ser malos conductores del calor, el tejido adiposo contribuye a mantener estable la temperatura corporal de los organismos (Fennema, 1996; Coultate, 2016).

Fuentes

Los lípidos principales son las grasas y los aceites, presentes en diversos alimentos, donde contribuyen a la textura y, en términos generales, a las características sensoriales y nutricionales del producto. No existe una diferencia estricta entre ambos grupos, aunque algunos autores distinguen que las grasas suelen ser de origen animal y los aceites de origen vegetal, o bien, que las grasas se mantienen sólidas a temperatura ambiente mientras que los aceites permanecen líquidos. Se obtienen principalmente de semillas oleaginosas y de tejidos animales tanto terrestres como marinos; por su parte, las frutas y hortalizas generalmente contienen concentraciones muy bajas de lípidos, salvo excepciones notables como el aguacate, las aceitunas y ciertas variedades de nueces.

Clasificación

En la práctica profesional en el campo de la tecnología de los alimentos Las grasas y los aceites representan los lípidos más frecuentes, por lo que se han clasificado según su procedencia y su composición en ácidos grasos. De esta forma, se agrupan en: grasas de origen animal (sebo, manteca porcina, grasa del huevo); aceites de origen marino (especies de peces de acompañamiento en la

pesca); grasa láctea (mantequilla); grasas vegetales (manteca de cacao); aceites ricos en ácido láurico (coco y palmiste); aceites con predominio de ácidos oleico y linoleico (maíz, girasol, algodón); y aceites con ácido linolénico (soya), terrestres y marinos, también se consideran en esta clasificación el aguacate, las aceitunas y algunos tipos de nueces (Belitz et al., 2009).

Ácidos grasos

Inicialmente, los ácidos grasos se definieron como ácidos monocarboxílicos alifáticos con un número par de átomos de carbono, los cuales podían presentarse en forma saturada o insaturada (Damodaran et al., 2017).

El número de ácidos grasos que habitualmente se encuentran en los alimentos es bastante limitado y solo unos pocos destacan con relevancia. Su longitud varía entre 4 y 26 átomos de carbono, y su punto de fusión o temperatura de fusión se incrementa conforme aumenta el peso molecular o la longitud de la cadena; de esta manera, los que poseen de C4 a C8 permanecen líquidos a 25 °C, en tanto que los de C10 en adelante son sólidos y su solubilidad en agua disminuye de forma inversa al peso molecular. (Belitz et al., 2009; Coultate, 2016).

Ácidos grasos saturados

La forma en la cual se nombra a estos compuestos está basada en el uso de los nombres comunes, como butírico, cáprico, entre otros, o bien incorporando la terminación “oico” a la raíz griega que señala la longitud de la cadena carbonada. La numeración de los carbonos inicia normalmente desde el grupo carboxilo, cuyo carbono se asigna como el número uno.

FIGURA 13
Estructura y Nomenclatura de algunos ácidos grasos saturados

Fórmula estructural	Número de carbonos total	Nombre común	Nombre sistemático (IUPAC)
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	4	ácido butírico	ácido butanoico
$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-COOH}$	6	ácido caproico	ácido hexanoico
$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_6\text{-COOH}$	8	ácido caprílico	ácido octanoico

Ácidos grasos insaturados

Debido a la presencia de enlaces insaturados, este grupo de compuestos exhibe una elevada reactividad química, ya que tienden fácilmente a saturarse y a sufrir procesos oxidativos o de isomerización. Se encuentran en abundancia en los aceites vegetales y marinos; su punto de fusión desciende conforme aumenta el número de dobles enlaces, y siempre resulta inferior al de los ácidos saturados con igual longitud de cadena.

Por lo general, la numeración de los átomos de carbono comienza desde el grupo carboxilo; no obstante, por motivos relacionados con su actividad biológica, los ácidos poliinsaturados se numeran considerando la posición del primer doble enlace en relación con el grupo metilo terminal.

Entre ellos destacan los omega-6 ($\omega 6$), cuyo primer doble enlace se localiza en el sexto carbono (como el ácido linoleico), y los $\omega 3$, con el primer doble enlace en el tercer carbono (como el ácido linolénico).

FIGURA 14

Estructura y Nomenclatura de algunos ácidos grasos insaturados

Fórmula estructural aproximada	Número de carbonos total	Nombre común (tradicional)	Nombre sistemático (IUPAC)	Tipo
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	16	ácido palmitoleico	ácido (9Z)-hexadecenoico	Monoinsaturado (ω -7)
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18	ácido oleico	ácido (9Z)-octadecenoico	Monoinsaturado (ω -9)
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18	ácido linoleico	ácido (9Z,12Z)-octadecadienoico	Poliinsaturado (ω -6)
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18	ácido α -linolénico (ALA)	ácido (9Z,12Z,15Z)-octadecatrienoico	Poliinsaturado (ω -3)

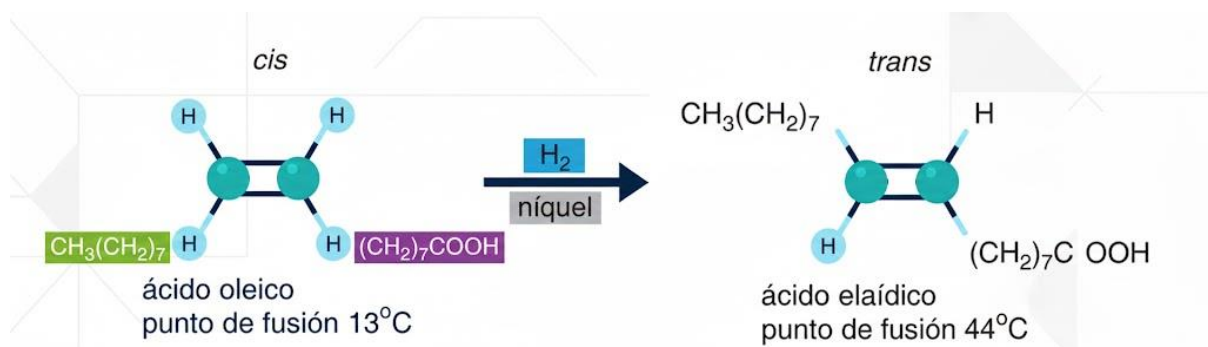
Isomerismo

Las insaturaciones presentan isomerismo geométrico cis y trans. En su forma natural, la gran mayoría de estos ácidos grasos se presenta en configuración cis, mientras que los trans aparecen principalmente

en grasas hidrogenadas de producción industrial y en algunas de origen rumiante, como el sebo; por ejemplo, la mantequilla contiene alrededor de 4-6 % de ácidos grasos trans, generados mediante un proceso de biohidrogenación en el rumen de las vacas.

Esta disposición molecular permite que los isómeros trans exhiban puntos de fusión más elevados que sus equivalentes cis con igual longitud de cadena; esto se evidencia claramente al comparar el punto de fusión del ácido oleico (cis) de 13 °C con el del ácido elaídico (trans, producido durante la hidrogenación comercial), que alcanza los 44 °C.

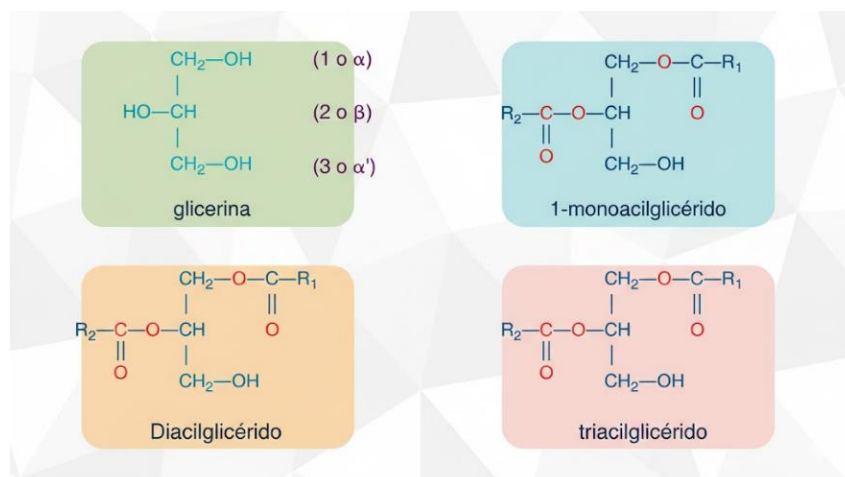
FIGURA 15
Estructura de los isómeros Cis y Trans



Acilglicéridos

Son lípidos neutros o sin carga eléctrica, formados por la esterificación del glicerol con una, dos o tres moléculas de ácidos grasos en las posiciones 1, 2 y 3, o α , β , α' del glicerol. Sin duda, los triacilglicéridos representan, con gran diferencia, los más relevantes.

FIGURA 16
Estructura de acilglicéridos



Triacilglicéridos o triglicéridos

Son los acilglicéridos más frecuentes en la naturaleza y representan la mayor proporción de todas las grasas y aceites, incluido el tejido adiposo de los mamíferos, donde constituyen más del 95 % de su composición. La denominación se basa en los ácidos grasos que los integran: cuando poseen un único tipo de ácido graso se denominan triacilglicéridos simples, mientras que aquellos que contienen dos o tres tipos diferentes se clasifican como mixtos. (Badui, 2006; Fennema, 1996).

Fosfoglicéridos

Son diacilglicéridos en los que el glicerol se encuentra esterificado con una molécula de ácido fosfórico, la cual a su vez está unida a una base nitrogenada (como colina o etanolamina), a la serina o a un alcohol, por ejemplo el inositol. (Belitz et al., 2009; Damodaran et al., 2017)

Esteroles

Son compuestos formados por el núcleo perhidrociclopentanofenantreno, una cadena hidrocarbonada y un grupo hidroxilo, y se localizan tanto en el reino vegetal como en el animal (Coultate, 2016).

Fitosteroles

Los fitosteroles actúan como antagonistas del colesterol y se han demostrado como compuestos altamente eficaces para disminuir los niveles de colesterol-LDL (lipoproteínas de baja densidad, low density lipoproteins) en la sangre, conocido como colesterol “malo”. Por este motivo, en el mercado se comercializan margarinas y otros productos diseñados para bloquear o reducir la absorción intestinal del colesterol mediante la combinación de fitosteroles con proteínas de soya y fibras solubles procedentes del β -glucano; estos dos últimos componentes resultan considerablemente más económicos que los esteroles vegetales, aunque su efectividad es menor. El resveratrol presente en el maní y en la uva también se reconoce como un poderoso agente preventivo contra diversas patologías; de hecho, se considera que este compuesto, junto con otros fitoquímicos, explica en gran medida los beneficios asociados al consumo moderado de vino tinto. Los fitosteroles son costosos y, para lograr un impacto real en la reducción del colesterol, es necesario ingerir entre 1 y 2 gramos diarios; estos se extraen

principalmente mediante destilación de los subproductos obtenidos durante el proceso de desodorización de aceites vegetales, como el de soya.

Manufactura de grasas y aceites

El tejido adiposo de los animales faenados se somete a un tratamiento térmico con el objetivo de romper las células y liberar el contenido lipídico; por otro lado, los aceites vegetales se obtienen de las semillas oleaginosas mediante prensado mecánico o extracción con disolventes. El hexano representa el disolvente más utilizado, aunque su empleo requiere estrictas medidas de seguridad debido a su alta volatilidad y a la formación de mezclas explosivas con el aire. Es importante destacar que, tras la trituración de la semilla, se debe proceder inmediatamente a la refinación para prevenir la acción de las lipasas, las cuales generan una elevada cantidad de ácidos grasos libres.

Refinación

La refinación, integrada por varias etapas sucesivas (desgomado, neutralización, blanqueo y desodorización), que se detallan a continuación, genera modificaciones significativas en la composición del aceite crudo mediante la eliminación o disminución de las impurezas presentes.

Etapas de la Refinación

La refinación, compuesta por varias etapas sucesivas (desgomado, neutralización, decoloración y desodorización), las cuales se detallan a continuación, está orientada a producir en la composición del aceite crudo ya que elimina o reduce impurezas dependiendo del proceso.

Desgomado

Es el proceso de extracción con agua de compuestos hidrosolubles, tales como proteínas, carbohidratos, agua y fosfolípidos, los cuales se separan al formar una fase inmiscible con el aceite. Al producto obtenido de esta forma se le denomina “lecitina”.

Neutralización

Este tratamiento remueve los ácidos grasos libres, los monoacilglicéridos y los fosfolípidos que permanecen después del desgomado.

Decoloración

Este tratamiento se aplica a los aceites ya neutralizados y tiene como objetivo remover pigmentos (carotenoides, clorofila y xantofilas), si bien en las etapas previas ya se han eliminado una buena parte de ellos.

Desodorización

Se extrae sustancias volátiles provenientes de la oxidación y responsables de olores indeseables.

Hidrogenación

El proceso de hidrogenación implica someter el compuesto a una reacción química en la que se incorporan átomos de hidrógeno a las insaturaciones (dobles enlaces presentes en los ácidos grasos) que integran la estructura de los aceites y grasas. Esta reacción se realiza bajo altas temperaturas y presiones, en presencia de un catalizador metálico como níquel, platino o paladio. El propósito fundamental de este procedimiento es convertir aceites líquidos en grasas semisólidas o sólidas, tales como la margarina, elevando de esta forma su punto de fusión y estabilidad, además de la transformación física; este proceso ayuda mejorar la estabilidad oxidativa del compuesto.

Aspecto nutricional

Un consumo elevado de ácidos grasos saturados, en especial los láurico, mirístico y palmítico, provoca un incremento en los niveles de colesterol en la sangre al estimular la producción de lipoproteínas de baja densidad (colesterol-LDL, low density lipoproteins), conocido como colesterol “malo”. En contraste, los ácidos grasos insaturados (los ω , tales como oleico, linoleico, linolénico, entre otros) favorecen la producción de lipoproteínas de alta densidad o colesterol-HDL (high density lipoproteins), llamado colesterol “bueno”.

UNIDAD 6 VITAMINAS, MINERALES Y PIGMENTOS

Vitaminas

Las vitaminas constituyen nutrientes esenciales que apoyan el metabolismo de otros nutrientes y regulan múltiples procesos fisiológicos indispensables para el funcionamiento de todas las células vivas, tanto de origen vegetal como animal (Badui, 2006). En los alimentos se hallan presentes en concentraciones muy reducidas (Damodaran et al., 2017).

Las vitaminas, por sí solas, no suministran energía; sin embargo, intervienen en la regulación de numerosas reacciones metabólicas relacionadas con el anabolismo y el catabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos, procesos que producen energía y favorecen la formación de otros compuestos, al tiempo que contribuyen a diversos mecanismos fisiológicos. (Fennema, 1996).

Existen 13 vitaminas esenciales. Esto significa que estas vitaminas se requieren para que el cuerpo funcione apropiadamente (Badui, 2006). Las cuales son:

Vitamina A	Vitamina B3 (niacina)
Vitamina C	Vitamina B6 (piridoxina)
Vitamina D	Vitamina B12 (cianocobalamina)
Vitamina E	Folato (ácido fólico y B9)
Vitamina K	Ácido pantoténico (B5)
Vitamina B1 (tiamina)	Biotina (B7)
Vitamina B2 (riboflavina)	

La concentración de vitaminas en los vegetales depende de factores genéticos, prácticas agronómicas, exposición a la radiación solar (que afecta especialmente la vitamina C y la tiamina), disponibilidad hídrica, estación del año, fertilización aplicada, temperatura media ambiental (que influye en los carotenos), topografía del terreno, momento de la cosecha, condiciones de almacenamiento, grado de madurez al consumo y métodos de preparación en el hogar, entre otros (Badui, 2006).

Por su parte, el contenido vitamínico en productos como el huevo, la carne, la leche y derivados varía según la raza del animal, la composición de su alimentación y su estado sanitario general, entre otros

aspectos; de ahí la importancia de suministrar suplementos vitamínicos a los animales (Walstra et al., 2006).

Además, es fundamental reconocer que el propio consumidor puede provocar una destrucción significativa de vitaminas en el hogar; en muchos casos, estas pérdidas superan a las ocurridas en la industria por el uso excesivo de altas temperaturas. El recalentamiento repetido de los alimentos genera importantes disminuciones. Se aconseja cocinar los vegetales en recipientes tapados con la menor cantidad de agua posible para minimizar la lixiviación y, cuando sea viable, consumir también el agua de cocción (Badui, 2006; Heldman & Lund, 2007).

Vitaminas Liposolubles

A este grupo pertenecen las vitaminas A, D, E y K, las cuales son solubles en disolventes orgánicos y en lípidos, pero resultan insolubles en agua; sin embargo, debido a su naturaleza lipofílica, en el mercado se comercializan formas microencapsuladas dentro de gomas u otros polímeros hidrofílicos que les permiten mantenerse estables en medios acuosos. Sus estructuras químicas incluyen dobles enlaces particularmente sensibles a procesos oxidativos (especialmente las vitaminas A y E) a través de diversos mecanismos (Belitz et al., 2009).

El ser humano, al igual que otros mamíferos, almacena estas vitaminas en el tejido adiposo, principalmente en el hígado, lo que permite que una persona con una nutrición adecuada pueda sobrevivir varias semanas sin ingerirlas nuevamente.

Vitaminas Hidrosolubles

A diferencia de las vitaminas del grupo liposoluble, el organismo humano posee una capacidad limitada para almacenar las vitaminas hidrosolubles, lo que hace necesario un aporte constante a través de la dieta.

Cuando se consume una cantidad excesiva, solo una pequeña porción se utiliza y el resto se excreta por la orina; este aspecto debe considerarse al administrar megadosis, como ocurre con las presentaciones comerciales inyectables de vitamina B12, que incluyen varios miligramos, a pesar de

que las necesidades diarias son mínimas. De esta forma, una única ampolla puede cubrir los requerimientos de un individuo durante varias semanas (Damodaran et al., 2017).

Las vitaminas hidrosolubles comprenden el complejo B —que incluye tiamina (B1), riboflavina (B2), vitamina B6, vitamina B12, biotina, folatos, niacina y ácido pantoténico— y la vitamina C.

Son compuestos formados por el núcleo perhidrociclopentanofenantreno, una cadena hidrocarbonada y un grupo hidroxilo, y se distribuyen tanto en el reino vegetal como en el animal.

Minerales

Los minerales desempeñan un papel crucial e importante en muchas funciones biológicas entre las cuales están: formación de huesos, regulación metabolismo y procesos en el sistema inmunológico; entre otros (Coulate, 2016), a continuación, se enlistan un par de los minerales más importantes.

Calcio

Es el elemento químico de mayor abundancia en el cuerpo humano y puede constituir hasta el 2 % del peso corporal total, lo que equivale a entre 1 000 y 1 500 g en un adulto promedio. Alrededor del 99 % de este elemento se localiza en las estructuras óseas, mientras que el 1 % restante se distribuye en los fluidos intracelulares y en el interior de los tejidos blandos. (Badui, 2006).

Fósforo

Dicho componente se halla bajo la estructura de fosfato, conformando el 1.0% de la masa corporal, y posee un vínculo íntimo con el calcio debido a que ambos constituyen la hidroxiapatita; el 80% reside en la dentadura y el sistema óseo. La fracción restante se agrupa en los líquidos extracelulares, funcionando como un regulador del pH sanguíneo, o bien dentro de las células, donde interviene activamente en los procesos metabólicos de proteínas, lípidos y carbohidratos. (Badui, 2006).

Hierro

Esta sustancia desempeña múltiples roles biológicos en las personas, fundamentalmente al movilizar y conservar el oxígeno a través de la hemoglobina y la mioglobina, en ese orden, aparte de servir como un cofactor esencial para diversos sistemas enzimáticos (Belitz et al., 2009).

Pigmentos

El sector de los colorantes constituye uno de los mercados con mayor movimiento comercial globalmente; anualmente se fabrican 700 toneladas de pigmentos tanto de origen natural como artificial.

El comercio internacional de colorantes sintéticos genera ingresos por 400 millones de dólares al año, destinándose la mitad a la manufactura textil y una cuarta parte al sector de alimentos (Badui, 2006).

A raíz de la inquietud sobre la inocuidad en el empleo de aditivos sintéticos, se han realizado investigaciones profundas sobre su impacto en el bienestar humano. Si bien a gran parte de ellos se les han imputado efectos negativos en la conducta infantil, dicha relación no ha sido confirmada plenamente, permaneciendo la incertidumbre sobre su influencia en otros trastornos de la salud.

Pigmentos naturales

Los pigmentos naturales presentan una gran diversidad en cuanto a su composición molecular y su procedencia. Si bien existen tintes menos habituales, tales como el ácido carmínico, los que poseen mayor presencia en los productos alimenticios se clasifican en ocho grupos principales

1. Carotenoides: divididos en carotenos (como el licopeno del tomate) y xantofilas (como la luteína del maíz y la astaxantina de los mariscos).
2. Clorofilas (pigmentos porfirínicos de tipo A y B).
3. Compuestos fenólicos: flavonoides (incluyendo antocianinas) y taninos.
4. Betalaínas (betacianinas y betaxantinas).
5. Hemopigmentos (hemoglobina y mioglobina).
6. Otros pigmentos naturales (tales como la curcumina, la riboflavina, las quinonas y las xantonas).

Pigmentos sintéticos

Los pigmentos sintéticos en alimentos son colorantes artificiales obtenidos mediante procesos químicos controlados en laboratorios o instalaciones industriales, a diferencia de los pigmentos naturales para dar colores vibrantes, como la Tartrazina (Amarillo 5/E102) en bebidas y dulces, el Rojo Allura AC (Rojo 40/E129) en yogures y postres, el Azul Brillante FCF (Azul 1/E133) en gelatinas, y el Amarillo

Anaranjado S (E110) en refrescos y snacks; también existen el Carmoisina (E122) para tonos rojos y el Negro Brillante BN (E151) en sucedáneos de caviar, usados por su bajo costo y estabilidad.

Algunos pigmentos sintéticos retirados o en proceso de serlo incluyen el Rojo 3 (Eritrosina), prohibido en EE. UU. por sospecha de cáncer, y otros con restricciones como la Tartrazina (Amarillo 5) y el Rojo Allura (Rojo 40), vinculados a hiperactividad en niños, con ejemplos de uso en dulces y cereales, aunque su uso varía por país y normativa, con movimientos para su eliminación gradual (Badui, 2006; Belitz et al., 2009).

Referencias Bibliográficas

- Badui S. (2006). *Química de los Alimentos*. Editorial Pearson, 4ta edición. México.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food chemistry* (4th ed.). Springer.
- Coulter, T. P. (2016). *Food: The chemistry of its components* (6th ed.). Royal Society of Chemistry.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2017). *Fennema's food chemistry* (5th ed.). CRC Press.
- Fox, P. F., & McSweeney, P. L. H. (2014). *Advanced dairy chemistry: Volume 1B: Proteins* (4th ed.). Springer.
- Fennema, O. R. (1996). *Food chemistry* (3rd ed.). Marcel Dekker.
- Heldman, D. R., & Lund, D. B. (2007). *Handbook of food engineering* (2nd ed.). CRC Press.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). *Dairy science and technology* (2nd ed.). CRC Press.

SUCRE



ISBN: 978-9942-590-09-1



SUCREInstitutooficial



@SUCREInstituto



@SUCREInstituto