

1. LA QUÍMICA EN LOS ALIMENTOS

1.1. Introducción: los alimentos y la química de los alimentos

Comer ha sido una de las necesidades primarias que el hombre ha debido satisfacer para poder vivir. En ese intento por saciar su hambre, ha acudido a los productos que la naturaleza le brindaba que hoy llamaríamos comida cruda, tales como vegetales y carnes.

Con el paso del tiempo y la incorporación del fuego, fue posible comenzar a utilizar prácticas culinarias que brindaban, a lo obtenido de la naturaleza, no sólo agradables sabores y aromas, sino, también, mejores condiciones de salubridad.

Mucho se ha caminado desde ese entonces. En nuestro mundo actual podemos encontrarnos con quienes sí acceden a buenos alimentos, quienes no pueden saciar su necesidad de comer y quienes lo hacen de mala manera, ingiriendo muchas veces determinados ingredientes en exceso (por ejemplo grasas saturadas); y, otras veces, en defecto (alimentos refinados carentes de vitaminas y minerales). Surgen, así, términos como desnutrición y enfermedades de la abundancia que estaban muy lejos de la imaginación de los primeros habitantes de nuestro planeta.



Verduras



Hamburguesas



Snacks



Masitas

Figura 1. Alimentos de diferente calidad.

Desde otra óptica, famosos gastrónomos hacen magia con los recursos naturales y brindan exquisitos platos. También los tecnólogos alimentarios aplican metodologías nuevas cada día para obtener ciertos componentes de los alimentos naturales que, de forma nativa o modificados, aplica la industria alimentaria.



Químico



Ingeniero



Cocinero

Figura 2.
Algunos profesionales
de la alimentación.

En este libro ingresaremos al mundo de la tecnología alimentaria y a la gastronomía, dada su vinculación con la química de alimentos; y desde allí se tratará de explicar qué es lo que cada día llevamos a nuestros organismos con la finalidad de nutrarnos o simplemente satisfacer la necesidad de ingerir algún alimento¹ que brinde placer.

Dada la importancia que tiene para la vida de todo ser humano sano la correcta elección de lo que ingiere, sugerimos comenzar este tema profundizando un poco sobre el mismo.

Para investigar :

- ¿qué se entiende por alimentación saludable?
- ¿a qué se llama “enfermedades de la abundancia”?
- ¿a qué se llama “comida chatarra”?
- ¿cuál es el efecto del consumo desmedido de comida “chatarra” en los niños y adolescentes?

Referencias:

http://www.mecon.gov.ar/secdef/basehome/alimentacion_saludable.pdf

<http://www.who.int/foodsafety/chem/en/>

Por otro lado, desde el punto de vista de la química, un alimento es un sistema muy complejo, constituido por diferentes componentes como el agua, los hidratos de carbono, las proteínas, los lípidos, los pigmentos, las vitaminas y las sales minerales.



Masitas



Fiambres



Quesos



Postres

Figura 3. Ejemplos de sistemas alimentarios.

Estos sistemas pueden ser homogéneos o heterogéneos. Sobre la base de conceptos de la química clásica general y orgánica, aplicaremos los mismos a los alimentos.

1. El Código Alimentario Argentino (que es la normativa de referencia de nuestro país en el ámbito de los alimentos) define “alimento” como “toda sustancia o mezcla de sustancias naturales o elaboradas que, ingeridas por el hombre, aporten a su organismo los materiales y la energía necesarios para el desarrollo de sus procesos biológicos. Se incluyen en esta definición las sustancias o mezclas de sustancias que se ingieren por hábito, costumbres, tegan o no valor nutritivo”.

Así tendremos lo siguiente:

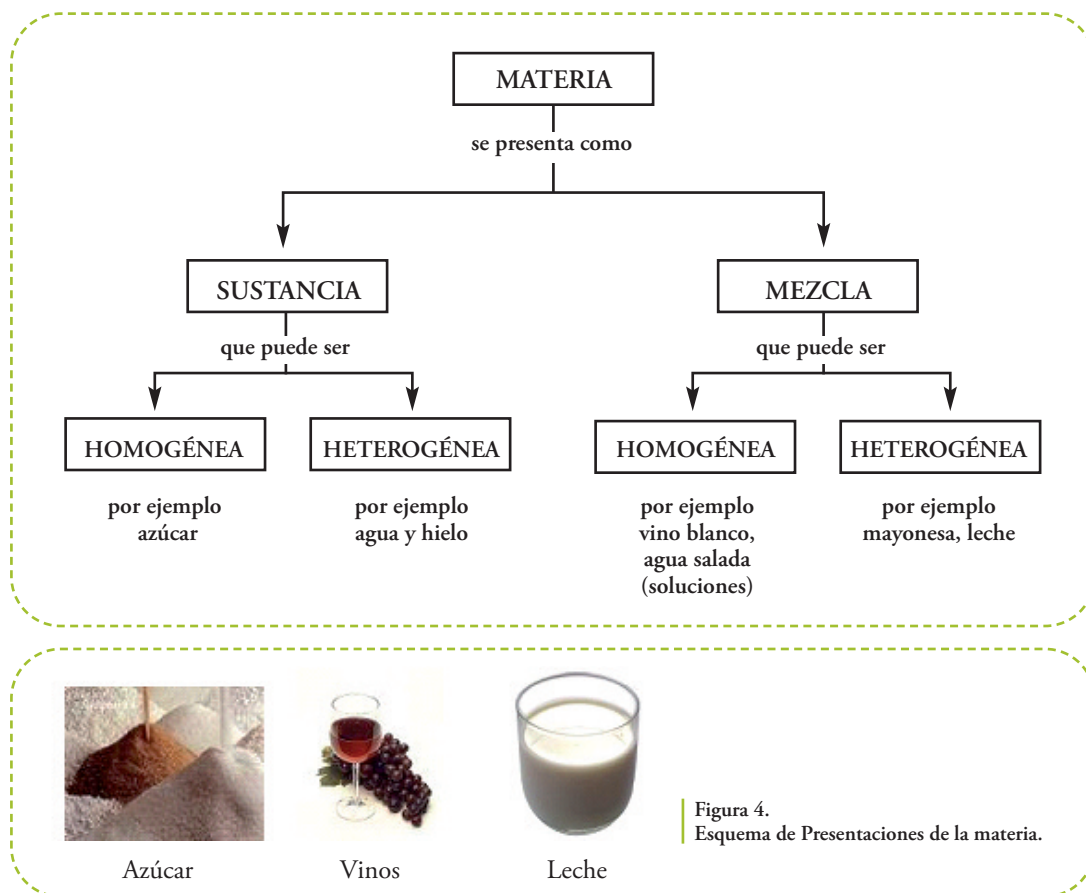


Figura 4.
Esquema de Presentaciones de la materia.

La química de alimentos es una ciencia que trabaja estos principios alimentarios (hidratos de carbono, grasa, proteínas, etc., que se estudiarán en los próximos capítulos) tratando de comprender qué son los alimentos, cómo están formados, cómo interactúan sus diferentes *componentes*. Esta información permite luego estudiar cómo se comportan estos componentes cuando se les aplica diferentes tratamientos químicos.

Estos son sólo algunos de los ejemplos de temas que aborda la química de los alimentos, en constante avance en estos momentos. Los tecnólogos se encargan luego de llevar esos estudios a escala industrial y aplicarlos en el desarrollo de productos que consumimos día a día (flanes, caramelos, galletitas y muchos

Por ejemplo: será posible explicar cómo se transforma una harina en pan, qué ocurre cuando se cocina un trozo de carne a la parrilla o se hierve, por qué cuando se aplica calor a un huevo la clara se transforma en un sólido blanco y, también, por qué cuando se calienta azúcar común de mesa, sacarosa, es posible obtener un sabroso caramelo, pero, si se continúa el calentamiento, se asiste a un proceso de descomposición con producción de humos que irritan los ojos.

más). También el desarrollo de alimentos para grupos especiales como son los diabéticos, hipertensos, celíacos, etc. Recordemos que en la cadena de producción de un alimento intervienen múltiples actores: desde la producción primaria en los campos, los traslados, almacenamientos, producciones en la industria, envasados, logística de distribución y almacenamiento, oferta a mayoristas y minoristas, llegada del producto al consumidor, conservación en locales comerciales y familiares, oferta de maneras alternativas de consumo, entre otras.

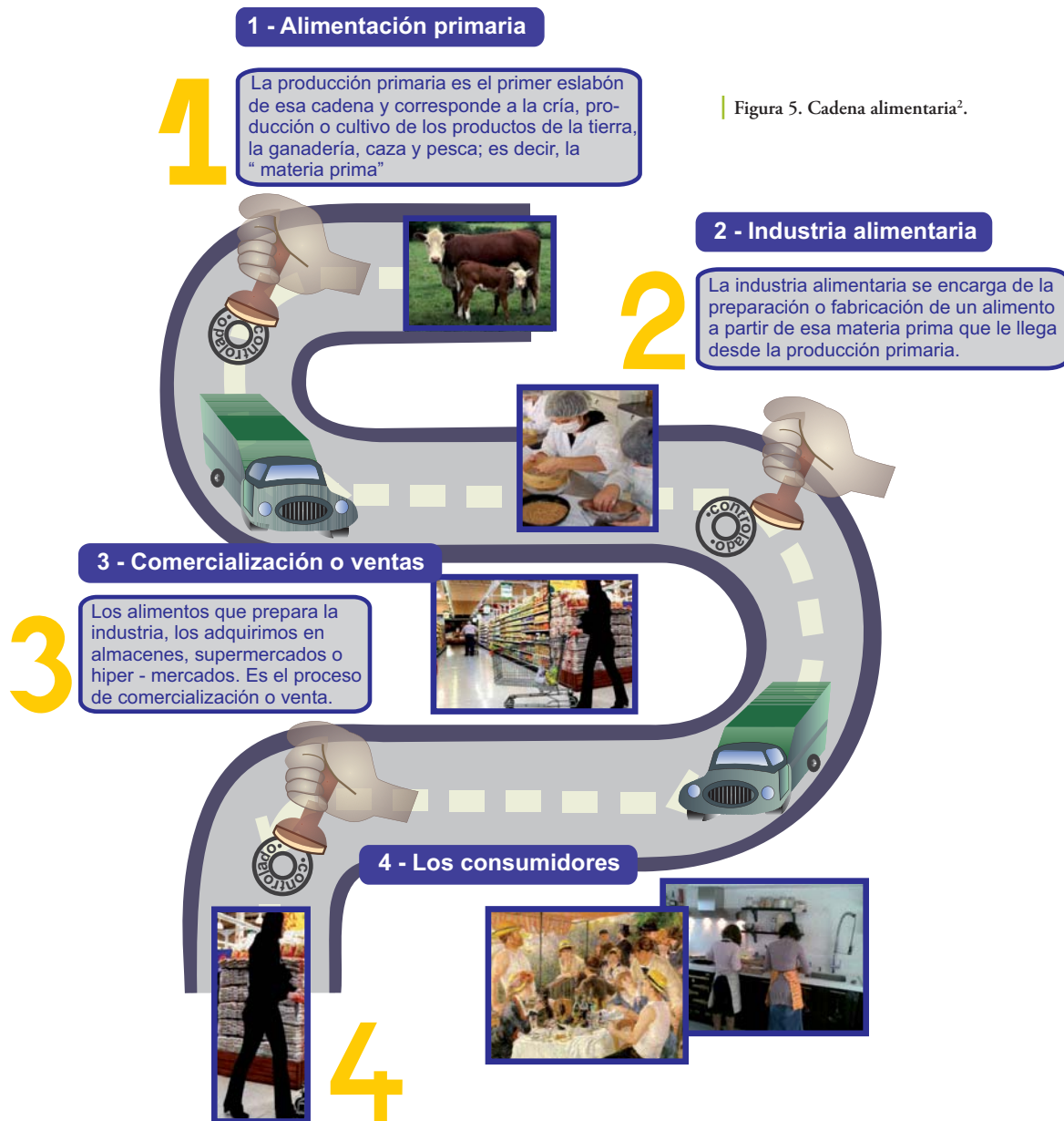


Figura 5. Cadena alimentaria².

2. Esquema adaptado del manual "Del Campo a la Mesa" de la Campaña de la Unión Europea.

Una de las características importantes para destacar de la materia prima con que trabaja el químico de alimentos y el tecnólogo alimentario es que sufre modificaciones a medida que pasa el tiempo. Varía, por ejemplo, de acuerdo con el suelo que la produjo, el sol del lugar, las lluvias, las variedades genéticas, etc. Cada nuevo insumo, cada nuevo producto es un desafío que pone en juego todos los conocimientos de las diferentes disciplinas que confluyen en el conocimiento de un alimento.

La manera en que se logra obtener diferentes productos usando ingredientes semejantes, se va a comprender conociendo, primero, qué son los ingredientes alimentarios, cuáles son, cómo interactúan entre ellos, cómo puede el hombre actuar para favorecer o entorpecer esa interacción. También indagando qué ocurre cuando agregamos diferentes compuestos (sal, azúcar, agua), quitando otros, mezclando, calentando a fuego directo, en microondas, en fin, por sobre todas las cosas, conociendo la química de esos ingredientes y lo que los químicos de alimentos denominan, la funcionalidad de los ingredientes alimentarios (propiedades vinculadas con aspectos sensoriales tales como untuosidad, color, aroma, sabor, posibilidad de producir espumas, etc).

Introducirnos en este mundo de la química de los alimentos significa poder aplicar lo que ya se ha estudiado y comprendido bien acerca de la estructura de la materia (uniones químicas, interacciones intermoleculares) y, con todo ellos, más conocimientos que provee la biología, la física y también las matemáticas, estar en condiciones de “imaginar” los alimentos (crear modelos) y comprender qué ocurre dentro de ellos.



Figura 6. Algunos alimentos primarios y otros procesados.

1.2. Revisión de conceptos básicos

1.2.1. Uniones intramoleculares y estructuras derivadas

Al hablar de *estructura atómica* y *propiedades periódicas*, se ve en detalle la estructura de los átomos y, de acuerdo con ella, las posibilidades de formación de diferentes tipos de uniones intramoleculares (dentro de la molécula) e intermoleculares (entre moléculas).

En el caso de *iones* tienen relevancia los provenientes del grupo de los metales alcalinos (como el ión sodio (Na^+) y el ión potasio (K^+), ambos monovalentes positivos) y los derivados de los metales *alcalinotérreos* como el *ión calcio* (Ca^{2+}) y el *ión magnesio* (Mg^{2+}).

Con respecto al calcio y al magnesio, su carácter *divalente* positivo es de muy alta importancia para posibilitar el análisis de las interacciones entre moléculas o especies negativas. Estos iones harán de puente de enlace brindando a los productos propiedades muy particulares.

En el caso de los aniones, los que más comúnmente se van a presentar son los cloruros monovalentes (Cl^-), algunos sulfatos divalentes (SO_4^{2-}), fosfatos trivalentes (PO_4^{3-}) y fosfatos monohidrógeno divalentes negativos (HPO_4^{2-}). También como aniones es frecuente encontrar

los derivados de ácidos orgánicos monocarboxílicos y también estos ácidos, en particular el acético (presente en una concentración del 5% en el vinagre), el láctico (encontrado en los yogures), el cítrico (en limones, naranjas, pomelos) y el málico en manzanas.



Figura 7.
Alimentos asociados a algunos ácidos orgánicos.

Se reconocen dos tipos de enlace covalente, el no polar y el polar surgido como consecuencia de la diferente electronegatividad de los átomos que conforman la unión (capacidad de atraer electrones compartidos en el enlace). Algunos ejemplos de estructuras vinculadas con lo anterior que se presentan con frecuencia en el mundo de los alimentos, como es el caso del dióxido de carbono, se muestran en la **figura 8**.

El estudio de las moléculas se aborda en cursos previos de química general aplicando la teoría de repulsión de electrones de valencia (TREPEV), se analizan en detalle sus estructuras *planares* (en un mismo plano todos sus átomos) y no planares (átomos no ubicados en un mismo plano), y se explican comportamientos aparentemente anómalos surgidos de las estructuras tridimensionales que el análisis en un plano, no permite comprender.

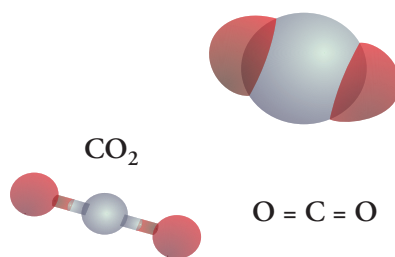


Figura 8.
Diferentes modelos para en dióxido de carbono.

1.2.2. Uniones intermoleculares: agua y el puente de hidrógeno

El agua (H_2O), es una molécula formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno. Cada átomo de hidrógeno posee un electrón y el átomo de oxígeno presenta en su *último nivel de energía seis*.

Esta particularidad del oxígeno lo hace sumamente ávido de electrones para completar el “octeto” y así la unión entre oxígeno e hidrógeno resultante es covalente pero no pura sino polar. Su estructura espacial asemeja a un tetraedro por lo cual sus interacciones dentro de los alimentos deben concebirse como estructuras tridimensionales y no bidimensionales.

Teniendo en cuenta las propiedades de las uniones oxígeno – hidrógeno y la espacialidad del átomo de oxígeno, una representación o modelo de lo que sería una molécula de agua es la siguiente (**Figura 9**).

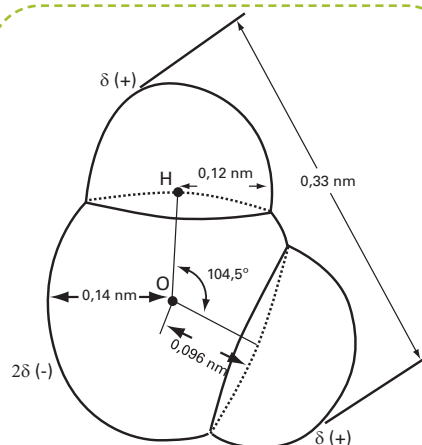


Figura 9. Un modelo de la molécula de agua.

Esta situación ocasiona que los átomos de hidrógeno desarrollen una carga temporal positiva (δ^+) y que, el átomo de oxígeno, desarrolle una carga temporal doble negativa ($2\delta^-$). Se genera así una diferenciación de cargas neta, llamado momento *dipolar*, que en este caso particular es muy fuerte. La dirección del momento dipolar se observa en la **figura 10**.

La propiedad de la molécula de agua, de presentar una clara diferenciación de cargas positivas (en torno a los átomos de hidrógeno) y negativa (sobre el átomo de oxígeno), le permite interactuar con moléculas que presenten las mismas características (diferenciación de cargas eléctricas o presencia de *dipolos*). La más importante de estas uniones intermoleculares que condicionan el comportamiento de los alimentos es la llamada “*unión puente de hidrógeno*”, posiblemente la de mayor relevancia en la estructura de los alimentos. No se trata de un enlace químico propiamente, sino de una atracción electrostática que se produce cuando dos átomos negativos de compuestos polares (por ej. nitrógeno, oxígeno, cloro), se vinculan mediante uno de hidrógeno, que ya está unido, químicamente, a alguno de ellos. Esta atracción es muy débil (20kJ/mol ó 4,7 kcal/mol), comparada con el enlace covalente (400kJ/mol ó 95 kcal/mol) y su vida media es de 10^{-11} segundos. Sin embargo, como todas las moléculas de agua tienen la capacidad de establecerlo en un determinado momento, en conjunto representan una gran fuerza. Tanto el número de estas uniones como la longitud del puente de hidrógeno entre moléculas vecinas se ven afectados por la temperatura del sistema.

Debido a sus cargas parciales, el agua tiene dos sitios receptores y dos donadores de electrones, por lo que su interacción por puente de hidrógeno crea grandes estructuras tridimensionales estables en el hielo y en el agua líquida, responsables de sus propiedades físicas tan peculiares (densidad del sólido menos que la del líquido, por ejemplo).

