



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Libro Electrónico de Apoyo a la Enseñanza y Aprendizaje del tema:
Los Alimentos y sus Constituyentes de la Asignatura de Bromatología

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA FARMACÉUTICO BIÓLOGA

PRESENTA:
DIANA ORDUÑA GRIS

DIRECTOR: M. en C. María José Marques Dos Santos

ASESOR: Mtro. Victor Alberto Corvera Pillado

México, D.F.

JUNIO 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios y a la vida por darme esta oportunidad.

Gracias a mi mamá en donde quiera que se encuentra.

Con todo mi amor, mi respeto y admiración a mi papá por todo su apoyo, su comprensión y por todo su esfuerzo. Gracias por ser el pilar de nuestras vidas, por enseñarnos a luchar día con día, por todo su amor y dedicación, gracias.

Agradezco infinitamente a mi hija y a mi Angelito por estar siempre conmigo, por toda su paciencia y todo su amor, gracias por acompañarme en esta aventura, este trabajo es por y para ustedes; gracias mi princesa hermosa por ser mi amiga y mi cómplice.

Gracias a toda mi familia por el apoyo que he recibido de ellos.

Gracias a mis compañeros y amigos que de alguna u otra manera me han motivado a seguir adelante.

Con mucho cariño y una gran admiración para la maestra María José Marques, a todos sus colaboradores y al maestro Victor Corvera por todo su apoyo y su paciencia.

Lo que un padre da a sus hijos: sangre, nombre y lengua.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE Q.F.B	3
2.1.1 La asignatura de Bromatología en el Plan de Estudios de la FES-Zaragoza	3
2.1.2 Aprendizaje	4
2.1.3 Multimedia	6
2.1.4 Tipos de información multimedia	8
2.1.4.1 Texto	8
2.1.4.2 Imagen	10
2.1.4.3 Video	10
2.1.4.4 Sonido	10
2.1.5 Libro electrónico versus impreso	11
*CAPÍTULO 1. AGUA EN LOS ALIMENTOS	13
1.1 La molécula del agua	13
1.2 Tipos de agua en los alimentos	14
1.3 Actividad acuosa	14
1.3.1 Isotermas de adsorción y desorción	15
1.3.2 Actividad acuosa y su influencia en la estabilidad de los alimentos	16
1.4 Conservación de alimentos dependientes del agua	17
1.5 Otros métodos de conservación	18
1.6 Valor del agua como nutriente	18
*CAPÍTULO 2. CARBOHIDRATOS EN LOS ALIMENTOS	19
2.1 Fuentes de carbohidratos en los alimentos	19
2.2 Recomendaciones de carbohidratos en el organismo	20
2.3 Funciones de los carbohidratos en el organismo	20

2.4	Importancia de los carbohidratos como nutrientes	21
2.5	Efectos por exceso o deficiencia de carbohidratos	21
2.6.	Efectos sobre los carbohidratos de los alimentos antes, durante o después del procesado	22
2.7	Propiedades físicas de los carbohidratos	23
2.8	Propiedades de los polisacáridos en los alimentos	23
2.9	Polisacáridos importantes	24
2.10	Estabilidad de los carbohidratos en los alimentos	24
2.11	Principales análisis de laboratorio	25
*CAPÍTULO 3. LÍPIDOS EN LOS ALIMENTOS		26
3.1	Fuentes de lípidos en los alimentos	26
3.2.	Recomendaciones en el consumo de lípidos	27
3.3	Funciones de los lípidos en el organismo	27
3.4	Importancia de los lípidos como nutrientes	28
3.5	Efectos por exceso o deficiencia de lípidos	28
3.6.	Efectos sobre los lípidos de los alimentos antes, durante y después del procesado	29
3.7	Papel de los lípidos en el aroma y sabor de los alimentos	30
3.8	Procesado de grasas y aceites	30
3.8.1	Hidrogenación	30
3.9	Estabilidad de los lípidos	31
3.10	Principales análisis de laboratorio	32
*CAPÍTULO 4. PROTEÍNAS EN LOS ALIMENTOS		33
4.1.	Fuentes de proteínas en los alimentos	34
4.2	Recomendaciones en el consumo de proteínas	35
4.3	Funciones de las proteínas en el organismo	35
4.4	Importancia de las proteínas como nutrientes	36
4.5	Aminoácidos esenciales y limitantes	36
4.6	Digestibilidad	37
4.6.1	Valor biológico	37
4.6.2	Coefficiente de eficacia proteica	38
4.6.3	Utilización proteica neta	38
4.7	Efectos por exceso o deficiencia de las proteínas	
4.8	Efectos sobre las proteínas antes, durante y después del	

procesado	39
4.9 Propiedades funcionales de las proteínas	39
4.10 Cambios en el valor nutritivo de las proteínas y efectos tóxicos	40
4.11 Estabilidad de las proteínas en los alimentos	41
4.12 Enzimas en los alimentos	41
4.13 Principales análisis de laboratorio	42
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	43
IV. OBJETIVO	44
V. METODOLOGÍA	44
VI. RESULTADOS	45
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
VIII. CONCLUSIONES	49
IX. REFERENCIAS	50

*NOTA ACLARATORIA: Las referencias incluidas en este impreso son las correspondientes a los capítulos del libro electrónico, algunas de las cuales no son referidas aquí, dado que solo se presentan resúmenes de los temas.

RESUMEN

Con la finalidad de ampliar, mejorar, actualizar y proporcionar material didáctico ameno para apoyar a los estudiantes que cursan la asignatura de Bromatología en la carrera de Química Farmacéutico Biológica (Q.F.B.), se pretende introducir un libro electrónico sobre el tema Los Alimentos y sus principales Constituyentes; con el propósito de motivar el conocimiento de esta área en los estudiantes, no sólo como una fuente de empleo más sino como un compromiso para desarrollar y mejorar algunos aspectos relacionados con la tecnología de elaboración de alimentos ya que esto conlleva a tener buena salud sin dejar de lado el principal objetivo del Q.F.B. que es el bienestar de las personas en diferentes ámbitos y la nutrición es uno de ellos. Por lo tanto, tenemos que integrarnos a las nuevas técnicas de enseñanza, como las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ya utilizadas por las mejores Universidades del país y del mundo.

I. INTRODUCCIÓN

Como principio, el organismo humano tiene una clara dependencia de una serie de estructuras químicas necesarias para llevar a cabo con normalidad todas sus necesidades vitales y, además, mantener el conjunto de sus funciones fisiológicas dentro de un orden orgánico y armónico. Como tales estructuras solamente pueden ser recibidas a través de la alimentación, se ve obligado a buscar fuentes alimenticias¹.

No obstante, el avance científico que ha caracterizado los últimos años del siglo XX, ha conducido a la elaboración de nuevos productos alimenticios por parte de la industria alimentaria¹. La pretensión primordial planteada en los tiempos actuales radica en prolongar la esperanza de vida de las personas, a la vez que se desea proporcionarles un estado físico y mental saludable y con la mayor calidad de vida posible¹. Además de la competencia por el posicionamiento del mercado al ofrecer mayor calidad alimenticia de los productos.

Los aspectos tecnológicos son los que rigen el comportamiento de los sistemas alimenticios durante su procesamiento, su almacenamiento y su preparación. De ellos dependen, en gran parte, la buena conservación y la calidad del producto comercializado. En tal sentido, los tratamientos físicos que hayan podido recibir (calor, frío, desecación, acciones mecánicas, etc.), influyen de modo notable. Por otra parte, se sabe que algunas actividades químicas, tales como sistemas enzimáticos, agentes reductores, etc., también pueden actuar sobre la composición del medio e incidir en

algunos parámetros, tales como contenido acuoso, pH y fuerza iónica, que son factores determinantes de las interacciones que tendrán lugar con otras moléculas¹.

Por otra parte, en la actualidad las TIC han adquirido un gran auge en todos los ámbitos de la vida humana. La tendencia mundial al desarrollo obliga a la sociedad a incursionar en estas tecnologías. La Universidad como gestora y precursora del conocimiento se presta a poner en práctica estas nuevas modalidades interactivas del conocimiento. Por tal motivo, la creación de un libro electrónico apoya enormemente las posibilidades de un mayor y mejor aprendizaje, en este caso de la asignatura de Bromatología.

El uso de la multimedia está actualmente a la orden del día y un buen profesional debe seguir actualizándose a través de estas tecnologías para seguir creciendo profesionalmente.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE Q.F.B

2.1.1 La asignatura de Bromatología en el Plan de Estudios de la FES-Zaragoza

El plan de estudios de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo cuenta con un enfoque fundamentalmente encaminado a la resolución de problemas reales (considera la multidisciplinariedad del sistema de enseñanza con inclinación a la conceptualización del problema eje) que contribuya al desarrollo de nuestro país, por tal motivo en el séptimo semestre de la carrera se imparte la materia de Bromatología, en donde el alumno al término del curso tiene la capacidad de: conocer y analizar los alimentos como principales promotores de la salud².

En esta materia se evalúan los diversos componentes de los alimentos como carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales, así como su localización, funciones y metabolismo, mediante el conocimiento de sus propiedades y la cuantificación de sus componentes, así como analizar los factores que afectan a los alimentos y los procesos tecnológicos que influyen en sus componentes para lograr integrar un concepto claro de la importancia de la nutrición. Uno de los temas principales en el curso de Bromatología es: alimentos y sus constituyentes, este tema estudia el agua en los alimentos (actividad acuosa y su influencia en la estabilidad de los alimentos, valor de agua como nutriente, secado, congelación y otros), también se estudian los temas: los carbohidratos en los alimentos, lípidos y proteínas (fuentes de éstos, efectos por exceso o deficiencia, estabilidad de los mismos en los alimentos, principales análisis de laboratorio relacionados, etc.); por ello se visualiza la

necesidad de ampliar la información de estos temas con el apoyo de un libro electrónico, que dé la información en forma amena y actualizada y motive el aprendizaje del alumno.

2.1.2 Aprendizaje

La palabra aprendizaje comúnmente evoca recuerdos de maestros, de salones de clases y escuelas. La gente aprende bajo una amplia variedad de condiciones y circunstancias. Aprendemos más o menos en forma continua: en la casa, en la calle, en la oficina o fábrica y en el salón de clases³.

Uno de los puntos que sostiene Piaget es que los jóvenes tienden a entender mejor la realidad en términos de operaciones concretas. Ya que deben interactuar con los objetos físicos de la vida real para captar conceptos complejos³.

La conexión existente entre el uso de instrumentos y el lenguaje afecta a varias funciones psicológicas, especialmente a la percepción, a las operaciones sensorio-motrices y a la atención, cada una de las cuales es parte integrante de un sistema dinámico de conducta. Por tanto, el papel del lenguaje en la percepción es sumamente importante debido a las tendencias opuestas implícitas en la naturaleza de la percepción visual y del lenguaje. Algunas investigaciones han demostrado que, incluso en etapas muy tempranas del desarrollo, el lenguaje y la percepción están relacionados⁴.

La transición evolutiva de la humanidad hace énfasis en la relación entre las transformaciones de los procesos perceptivos y las transformaciones en otras actividades intelectuales, sea de vital importancia⁴.

En el caso del aprendizaje humano existen tres tipos de variables que lo afectan: las relacionadas con el aprendiz (variables individuales como son: edad, sexo, estado físico etc.), las relacionadas con la tarea (incluyen la longitud o magnitud de los datos que deben ser aprendidos) y las relacionadas con el método de aprendizaje (uno de los más importantes comprende la distribución de la práctica y la retroalimentación)⁵.

Al enseñar ciertos conceptos, "una imagen dice más que mil palabras". El hecho de ver y manejar ejemplos específicos, o imágenes de ejemplos ayuda a aprender conceptos⁶.

Para los estudiantes de todas las edades, los conceptos complejos en historia, ciencias y matemáticas a menudo pueden ilustrarse en diagramas o gráficas. Por ejemplo, Anderson y Smith (1983) descubrieron que cuando sus alumnos solo leían acerca del concepto de luz, únicamente el 20 por ciento entendía el papel del reflejo de la luz en nuestra capacidad para ver los objetos. Sin embargo, cuando los estudiantes trabajaron con diagramas, casi el 80 por ciento entendió el concepto⁶.

Asimismo, el docente no debe olvidar que aunque enfrenta situaciones determinadas por el contexto escolar o por la historia previa de sus estudiantes, su campo de acción son todos aquellos aprendizajes sociales y académicos que puede promover en sus alumnos. Si bien por una parte está el alumno con su estructura cognitiva particular, con su propia idiosincrasia y capacidad intelectual, con una serie de conocimientos previos (algunas veces limitados y confusos), y con una motivación y actitud para el

aprendizaje propiciada por sus experiencias pasadas en la escuela y por las condiciones actuales imperantes en el aula, el docente llega a influir favorablemente en todas ellas⁷.

Por otra parte, están los contenidos y materiales de enseñanza, y si éstos no tienen un significado lógico potencial para el alumno se propiciará un aprendizaje rutinario y carente de significado. Aquí nuevamente el profesor puede potenciar dichos materiales de aprendizaje al igual que las experiencias de trabajo en el aula y fuera de ella, para acercar a los alumnos a aprendizajes más significativos⁷.

2.1.3 Multimedia

A medida que se reconoce mejor el valor de los medios audiovisuales; se incrementan y proporcionan mayores facilidades para su uso, se hace evidente la necesidad de varios de estos medios para alcanzar muchas metas educativas; ya no pueden usarse los medios audiovisuales simplemente como un enriquecimiento didáctico accidental que se emplea cuando el tiempo y las circunstancias lo permiten; sino como parte integrante y cuidadosamente planeada del proceso enseñanza-aprendizaje⁸.

Ha sido realmente impresionante la revolución de las máquinas de enseñar y las maravillas de modelos que se han presentado; pero muy pocos los programas elaborados para usarse en ellas. Recientemente la expresión máquinas de enseñar ha pasado a segundo término para dar sitio a la expresión enseñanza programada. El énfasis se pone ahora en el diseño cuidadoso de materiales debidamente experimentados que permitan alcanzar objetivos concretos⁸.

Se dispone de materiales para ser usados en proyectores fijos; ya sea en diapositivas o en filmillas que en uno y otro caso proporcionan una secuencia didáctica debidamente planeada. Además algunos maestros han adquirido los conocimientos para elaborar materiales que satisfagan los objetivos específicos de su labor docente⁸.

Los progresos técnicos más notables son los llamados "medios cruzados" o "multimedia" que consisten en el uso simultáneo o sucesivo de varios recursos audiovisuales⁸.

Multimedia es un término que se aplica a cualquier objeto que usa simultáneamente diferentes formas de contenido informático como texto, sonido, imágenes, animación y video para informar o entretener al usuario⁹.

Las presentaciones multimedia pueden verse en un escenario, proyectarse, transmitirse, o reproducirse localmente en un dispositivo por medio de un reproductor multimedia⁹.

Los diferentes formatos de multimedia analógica o digital tienen la intención de mejorar la experiencia de los usuarios, por ejemplo para que la comunicación de la información sea más fácil y rápida⁹.

La multimedia encuentra su uso en varias áreas incluyendo: arte, educación, entretenimiento, ingeniería, medicina, matemáticas, negocios, y la investigación científica⁹.

En la educación, la multimedia se utiliza para producir los cursos de aprendizaje computarizado y los libros de consulta como enciclopedia y almanaques⁹.

La multimedia estimula los ojos, oídos, yemas de los dedos y, lo más importante, el cerebro¹⁰.

2.1.4 Tipos de información multimedia

- Texto: sin formatear, formateado, lineal e hipertexto⁹.
- Gráfico: utilizados para representar esquemas, planos, dibujos lineales⁹.
- Imágenes: son documentos formados por píxeles⁹.
- Animación: presentación de un número de gráficos por segundo que genera en el observador la sensación de movimiento⁹.
- Vídeo: presentación de un número de imágenes por segundo, que crean en el observador la sensación de movimiento. Pueden ser sintetizadas o captadas⁹.
- Sonido: puede ser habla, música u otros sonidos⁹.

2.1.4.1 Texto

La palabra hablada o escrita, es uno de los medios más comunes de comunicación. En multimedia, el texto sirve para mostrar títulos, menús, sistemas de navegación, información a nivel de conceptos generales y ayuda sobre el manejo del material computarizado. Dentro de los archivos de texto podemos distinguir dos grandes clases: los que sólo pueden contener texto plano y los que pueden contener además texto enriquecido. Los archivos de texto plano sólo contienen eso, el texto sin ningún tipo de información acerca de su presentación (tipo y tamaño de letra, color, etc.). Es decir, contienen sólo las letras y los números; también se conoce como texto puro.

Los archivos de texto enriquecido contienen además esa información sobre el aspecto que debe tener el texto: el tipo de letra, el tamaño, el color, etc. A esa información se le llama también "formato". Cuando decimos que vamos a formatear un texto, quiere decir que vamos a definir cómo se va a ver. Un texto formateado es aquel cuyo aspecto definimos⁹.

Muchos de los archivos de texto enriquecido permiten incluir en su interior imágenes u otros elementos como vídeos o sonidos. Pero claro, estos no aparecerán al imprimirse⁹.

Hipertexto, en informática, es el nombre que recibe el texto que en la pantalla de una computadora conduce a su usuario a otro texto relacionado. La forma más habitual de hipertexto en documentos es la de hipervínculos o referencias cruzadas automáticas que van a otros documentos (lexías). Si el usuario selecciona un hipervínculo, hace que el programa de la computadora muestre inmediatamente el documento enlazado. Otra forma de hipertexto es el stretch text que consiste en dos indicadores o aceleradores y una pantalla. El primer indicador permite que lo escrito pueda moverse de arriba hacia abajo en la pantalla. El segundo indicador induce al texto a que cambie de tamaño por grados⁹.

A diferencia de los libros impresos, en los cuales la lectura se realiza en forma secuencial desde el principio hasta el final, en un ambiente hipermedial la "lectura" puede realizarse en forma no lineal, y los usuarios no están obligados a seguir una secuencia establecida, sino que pueden moverse a través de la información y hojear intuitivamente los contenidos por asociación, siguiendo sus intereses en búsqueda de un término o concepto¹⁰.

2.1.4.2 Imagen

Generalmente la imagen fija en multimedia esta en formato mapa de bits o bitman, un bitman se compone de los puntos de color en pantalla que pueblan su extensión formando así una imagen¹¹.

La animación es aquella técnica para dar sensación de movimiento a imágenes o dibujos. Para realizar animación existen numerosas técnicas que van más allá de los familiares dibujos animados. Los cuadros se pueden generar dibujando, pintando, o fotografiando los minúsculos cambios hechos repetidamente a un modelo de la realidad o a un modelo tridimensional virtual; también es posible animar objetos de la realidad y actores¹¹.

2.1.4.3 Video

Presentación de un número de imágenes por segundo, que crean en el observador la sensación de movimiento. Pueden ser sintetizadas o captadas⁹.

2.1.4.4 Sonido

Hasta la fecha la producción del audio nunca había tenido tanta importancia en los diseños de productos y aplicaciones multimedia. Indiscutiblemente en la sociedad en que vivimos, ahora denominada "*sociedad multimedia o de la información*", ya no se pueden concebir productos multimedia que no dispongan de una elaborada interfase

de audio. En consecuencia se desarrolla la capacidad cognitiva, torna el aprendizaje más interactivo y atractivo¹¹.

En resumen, los últimos diez o quince años han sido extraordinariamente fecundos en avances tecnológicos aplicables a la educación para poder ofrecer lo mejor y lo más importante en experiencias para los alumnos y hacer esto extensivo a un número cada vez mayor. Está absolutamente comprobado que el uso de "multimedia" mejora el aprendizaje de los alumnos y al mismo tiempo reduce el tiempo de instrucción¹¹.

2.1.5 Libro electrónico versus impreso

El libro electrónico surge de la búsqueda por un soporte que se aproximará más a la capacidad de la memoria humana. Desde su creación ha provocado una serie de transformaciones y ha obligado a la industria a adentrarse en una nueva forma de producción de libros¹².

Los libros electrónicos pueden definirse como sistemas de información capaces de poner a disposición de sus usuarios una serie de páginas conceptualmente organizadas del mismo modo que las de un libro de papel, con las que además pueden interaccionar. Por lo tanto, no se considera que los libros electrónicos son meras simulaciones de libros impresos, sino que incluyen propiedades y herramientas que aumentan sus funciones, sirviéndose de la potencia suministrada por el soporte electrónico¹².

En otras palabras, un libro electrónico es un hipertexto con imágenes, gráficos y sonidos, en el que se tiene la posibilidad de navegar a través de él de forma

interactiva. Por último, se podría definir el libro electrónico como un programa de hipermedios, generalmente producido en un CD-ROM¹².

Aunque los libros tradicionales proveen un mecanismo aceptable para el almacenamiento, recuperación, exhibición y comunicación de la información, aún así existen razones para que se considere el cambio del libro tradicional al electrónico, como las siguientes¹²:

- El aumento en las cantidades de documentos y los problemas que conlleva¹².
- El aumento en el costo de las fotocopias y en los servicios reprográficos¹².
- La facilidad en que los materiales electrónicos pueden ser reorganizados en formas dinámicas para conseguir un acceso, distribución y presentación más flexible¹².
- El espacio reducido de almacenamiento que requiere el formato electrónico en comparación con el papel¹².
- La facilidad para ser compartidos¹².
- Los tipos de interactividad y de inteligencia que se pueden establecer entre los documentos electrónicos, cosa imposible con los documentos en papel¹².

Extraer información de fuentes basadas en textos es un proceso lento. Varias investigaciones han demostrado que el nivel de comprensión de lectura, desde un libro convencional toma más tiempo que el mismo contenido presentado en forma de video. También se ha encontrado que la calidad de los modelos mentales que se producen es mayor en el caso de ver vídeos que en la lectura de un libro¹².

CAPÍTULO 1. AGUA EN LOS ALIMENTOS

1.1 La molécula del agua

La molécula de agua está constituida por dos átomos de hidrógeno unidos en forma covalente a uno de oxígeno, es altamente polar, no es lineal y crea estructuras tridimensionales debido a la hibridación de los orbitales atómicos *s* y *p* del oxígeno¹³.

La fórmula del agua - H₂O - en sí misma, únicamente indica su composición y peso molecular. No explica las propiedades extraordinarias que resultan de su arreglo molecular único. Los dos átomos de hidrógeno están separados entre sí por 105°, adyacentes al átomo de oxígeno¹⁴.

De forma que la molécula es asimétrica, cargada positivamente del lado del hidrógeno y negativamente del lado del oxígeno. Por esta razón, se dice que el agua es dipolar. Esto hace que las moléculas se aglomeren, el hidrógeno de una molécula atrae al oxígeno de la molécula vecina, la unión de las moléculas como resultado de esta fuerza de atracción recibe el nombre de "puentes de hidrógeno"¹⁴.

Con frecuencia, al agua se le llama el disolvente universal. Las moléculas de agua en contacto con un cristal se orientan para neutralizar las fuerzas de atracción entre los iones en la estructura cristalina. Entonces, los iones libres se hidratan con estas moléculas de agua, evitando que se recombinen y recristalicen¹⁴.

1.2 Tipos de agua en los alimentos

El agua puede existir como líquido, sólido o como gas, dependiendo de la temperatura y la presión. Todas las cosas vivientes, incluyendo alimentos de origen vegetal y animal, están hechas principalmente de agua. El alto contenido de humedad da a las frutas y verduras crudas su textura frágil y a las carnes su turgencia. Incluso los alimentos extremadamente secos como los granos secos, frutas secas, cereales y harinas contienen cantidades apreciables de humedad, aunque mucho menos que cuando estos alimentos estaban aún en su estado natural¹⁵.

Del agua contenida en un alimento dependen las propiedades reológicas y de textura de éste, pero también es responsable en gran medida de las reacciones químicas, enzimáticas y microbiológicas, que son las tres principales causas del deterioro de un producto. El agua se divide en libre y en ligada o enlazada y para medir dicha fracción se acuñó el término actividad acuosa, que representa el grado de interacción del agua con los demás constituyentes, o la porción que está disponible en un producto para sustentar las reacciones ya mencionadas¹³.

El agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento¹⁶.

1.3 Actividad acuosa

El agua en un alimento ejercerá una presión de vapor. El valor de esta presión dependerá de la cantidad de agua presente, de la temperatura y de la composición del

alimento. Los componentes del alimento harán disminuir la presión de vapor del agua con diferentes intensidades, siendo más eficaces las sales y los azúcares que moléculas mayores tales como almidón y proteínas¹⁷.

Por lo tanto, dos alimentos diferentes con contenido de humedad similar pueden no necesariamente tener la misma actividad del agua. La actividad del agua es la relación entre la presión de vapor ejercida por el alimento y la presión de vapor saturado de agua a la misma temperatura¹⁷.

El que un alimento expuesto al aire se deshidrate o tome humedad, dependerá de la relación entre la a_w del agua en el alimento y la humedad relativa del aire. La humedad relativa es la relación entre la presión de vapor de la humedad en el aire, con la del agua pura a la misma temperatura¹⁵.

La actividad del agua suele determinarse midiendo la humedad relativa. Esto puede realizarse estadísticamente por la medición de la humedad relativa del alimento en un espacio cerrado una vez que se ha alcanzado el equilibrio de humedad, o bien, en forma dinámica haciendo pasar una corriente de gas de humedad relativa conocida sobre el alimento y determinando la humedad que gana o pierde la muestra¹⁶.

1.3.1 Isotermas de adsorción y desorción

La actividad del agua es una propiedad intrínseca y se relaciona de manera no lineal con el contenido de humedad mediante las curvas o isotermas de adsorción y desorción. Para entender esto, considérese un alimento con agua, almacenado a una

temperatura determinada en una cámara herméticamente cerrada; al cabo de algún tiempo, su presión de vapor provocará la transferencia de moléculas de agua y la cámara adquirirá una humedad relativa constante que estará en equilibrio (sin movimiento en ningún sentido) con el contenido de agua del alimento¹⁹.

Dicha humedad está en función del grado de interacción de los solutos con el agua, lo que es un reflejo de la facilidad de esta para escapar del alimento. Tanto los higrómetros como los manómetros miden la humedad y la presión de vapor en el espacio de cabeza de la cámara. Por consiguiente, se tendrán un par de valores, de humedad relativa vs contenido de agua, a una temperatura determinada; si esto se repite con diferentes porcentajes de agua, y los resultados se grafican, se obtiene la isoterma de desorción (deshidratación del sólido)⁷.

Por el contrario, si ahora se parte de un producto seco y se somete a atmósferas de humedad relativa elevadas, se observará una transferencia de masa del gas al sólido hasta llegar a un equilibrio; al repetir este experimento con diferentes humedades, se tendrán nuevamente pares de valores que al graficarse crean la isoterma de adsorción (hidratación del sólido)¹⁹.

1.3.2 Actividad acuosa y su influencia en la estabilidad de los alimentos

La actividad acuosa, junto con la temperatura, el pH y el oxígeno son los factores que más influyen en la estabilidad de los productos alimenticios. Muchas de las reacciones químicas y enzimáticas se favorecen con el aumento de la porción de agua disponible de un alimento, que propicia diversos procesos químicos, físicos y microbiológicos, tanto favorables como indeseables¹³.

La actividad del agua tiene una gran influencia sobre el deterioro de los productos y, por lo tanto, sobre la vida en el almacenamiento. Puesto que el deterioro puede ser causado por diversos tipos de reacciones no puede establecerse una relación general entre la actividad del agua y el tipo de deterioro²⁰. Algunos tipos de deterioro son el deterioro por microorganismos, las reacciones de deterioro químico en las que se encuentran las reacciones enzimáticas, no enzimáticas y la autooxidación y el deterioro físico y fisicoquímico.

1.4 Conservación de alimentos dependiente del agua

El control de contenido de agua como ingrediente de los alimentos fue la primera forma de conservación de los mismos. La disponibilidad de agua para el desarrollo de bacterias y reacciones bioquímicas, puede controlarse mediante deshidratación, congelación o adición de solutos, como sal y azúcar¹⁶.

La conservación de alimentos en su sentido más amplio comprende el conjunto de todas las medidas para evitar su descomposición. En sentido más estricto se designa como conservación de alimentos a los procedimientos que se dirigen contra el ataque por los microorganismos. En este aspecto se distinguen desde antiguo dos métodos fundamentalmente distintos: los físicos y los químicos. Los primeros, consisten en someter al alimento a algún tratamiento físico que actúe en contra del crecimiento bacteriano. Los métodos físicos más conocidos son la esterilización y la pasteurización (aplicación de calor), la refrigeración y la congelación (aplicación de frío), la desecación (extracción del agua) y la irradiación. Frente a ellos se encuentran los métodos químicos, cuyo fundamento es la adición de una sustancia química, más

o menos concreta, que frena el desarrollo de los microorganismos o que los destruye en casos ideales; a estas sustancias se les da el nombre de conservadores²².

1.5 Otros métodos de conservación

Entre los que se encuentran:

- El azúcar como conservador²³.
- Conservación por salazón y ahumado²⁹.

1.6 Valor del agua como nutriente

Las principales funciones biológicas del agua estriban fundamentalmente en su capacidad para transportar diferentes sustancias a través del cuerpo, disolver otras y mantenerlas tanto en solución como en suspensión coloidal; esto se logra porque puede permanecer líquida en un intervalo de temperatura relativamente amplio y porque tiene propiedades como disolvente¹³.

Para el ser humano, la fuente más importante de agua está en todos los líquidos que ingiere, pero también la adquiere de diferentes alimentos, como son ciertos vegetales que contienen hasta 95% de este líquido; de la leche, que tiene 87%, de los huevos 75% y del pan, que es uno de los alimentos más comunes y con menor cantidad de agua, 40%¹³.

CAPÍTULO 2. CARBOHIDRATOS EN LOS ALIMENTOS

Los carbohidratos constituyen las tres cuartas partes del mundo biológico y alrededor del 80% del aporte calórico de la humanidad. El más abundante de entre ellos es la celulosa, componente estructural principal de árboles y otras plantas. El ingrediente de los alimentos mayoritario en el consumo humano es el almidón, que provee un 75-80% del aporte energético total³¹.

Los carbohidratos más simples, llamados azúcares, son sólidos cristalinos que se disuelven en agua para dar soluciones dulces. Los más simples de ellos, como la glucosa y la fructosa, se denominan *monosacáridos* y tienen una gran importancia como las unidades o bloques de construcción que forman los carbohidratos más complejos. Los *disacáridos*, por ejemplo: sacarosa, maltosa y lactosa, contienen dos unidades de monosacáridos enlazadas que pueden ser iguales o diferentes²⁹.

2.1 Fuentes de carbohidratos en los alimentos

Los carbohidratos constituyen las tres cuartas partes del peso seco de todas las plantas terrestres y marinas, y están presentes en todos los granos, verduras, hortalizas, frutas y otras partes de plantas consumidas por el hombre³¹.

La mayoría de los alimentos con carbohidratos contienen más de un nutrimento. Por ejemplo los granos enteros, trigo, maíz, arroz y en un grado menor avena, centeno,

cebada y mijo contienen además de almidón cantidades variables de proteínas, minerales y vitaminas³².

2.2 Recomendaciones de carbohidratos en el organismo

Las recomendaciones mínimas de glúcidos son del orden de 80 a 100 g/día, aunque algunos autores establezcan entre 50 y 60 g/día. Estas cantidades mínimas son necesarias para asegurar la glucosa a los órganos glucodependientes y evitar la cetosis³³.

2.3 Funciones de los carbohidratos en el organismo

Algunas de las muchas funciones de los carbohidratos son las siguientes³³:

- Su función esencial es la energética, ya que el 50-60% de la energía total de la alimentación debe ser suministrada por los carbohidratos. Son indispensables para la contracción muscular: la glucosa es "el azúcar del músculo"³³.
- Impiden que las proteínas sean utilizadas como sustancias energéticas. En efecto, cuando existe un déficit importante en el aporte de glúcidos, se produce la gluconeogénesis a partir de las proteínas; de este modo se obtienen los glúcidos necesarios para mantener la glucemia³³.

- También tienen una función plástica (glúcidos de constitución), es decir, algunos de ellos forman parte de los tejidos fundamentales del organismo³³.

2.4 Importancia de los carbohidratos como nutrientes

Los carbohidratos son una de las fuentes principales de energía en la alimentación del ser humano. Aunque las grasas y las proteínas pueden reemplazarlos como fuente de energía en casi todas las células del cuerpo, el hombre no puede prescindir totalmente de ellos. Los tejidos cerebral, nervioso y pulmonar necesitan glucosa como fuente de energía. Si descendiese el nivel de la glucosa sanguínea (hipoglucemia) y al cerebro le falta glucosa, es posible que sobrevengamos convulsiones³⁵.

Rara vez se encuentra una dieta desprovista de carbohidratos. Pero las personas que participan en estudios experimentales y que se han sometido a ella mostraron muchos de los síntomas de que se observan en un régimen de inanición. Los síntomas comprenden metabolismo anormal de las grasas, catabolia de las proteínas, mayor excreción de sodio, pérdida de energía y fatiga³⁵.

2.5 Efectos por exceso o deficiencia de carbohidratos

Los alimentos ricos en carbohidratos tienen valor principalmente como fuentes de energía. El exceso en el consumo de alimentos ricos en azúcar y un menor consumo de otros alimentos que contienen nutrientes esenciales puede conducir a la obesidad²⁹.

En ausencia de suficientes carbohidratos, los requerimientos de energía son satisfechos por las proteínas y las grasas; asimismo, es posible vivir con una dieta a base de pocos carbohidratos. Mas no se recomienda una dieta baja en carbohidratos para las personas de salud normal debido a que los carbohidratos "ahorran" proteínas. El cuerpo hace un mejor uso de las proteínas si se consumen carbohidratos al mismo tiempo²⁹.

2.6 Efectos sobre los carbohidratos de los alimentos antes, durante y después del procesado

Las cualidades nutricionales de los alimentos pueden modificarse por los tratamientos culinarios o tecnológicos que se le aplican. Estas modificaciones, pueden ser, según los casos, beneficiosas o nefastas y afectan de forma distinta a los diversos nutrientes²⁶.

El pardeamiento de los alimentos es debido a reacciones bien oxidativas o bien no oxidativas. Las oxidativas, o pardeamientos enzimáticos, son reacciones entre el oxígeno y un sustrato fenólico y están catalizadas por polifenol-oxidasas. De este tipo es el pardeamiento habitual en manzanas, plátanos, peras e incluso lechugas una vez cortados y no está relacionado con los carbohidratos. Los pardeamientos no oxidativos, o no enzimáticos poseen una especial importancia en los alimentos. Incluye la caramelización y/o interacción de proteínas o aminas con carbohidratos, esta última reacción es denominada reacción de Maillard³¹.

El calentamiento directo de los carbohidratos, particularmente de azúcares y jarabes, da lugar a un complejo grupo de reacciones denominadas en conjunto caramelización³¹.

2.7 Propiedades físicas de los carbohidratos

La atracción del agua por los carbohidratos es una de sus básicas y más útiles propiedades físicas. Otra de las principales propiedades físicas de los carbohidratos es la fijación de aromas y el oscurecimiento, mejor conocida como reacción de oscurecimiento de Maillard³¹.

2.8 Propiedades de los polisacáridos en los alimentos

La mayor parte de los polisacáridos existentes en una dieta normal son insolubles y no digeribles, y entre ellos destacan la celulosa y hemicelulosa componentes de las paredes celulares de verduras, frutos y semillas. Estas estructuras más o menos inertes confieren a los alimentos propiedades tales como compacidad, tersura y buena palatabilidad. Adicionalmente, como fibra son beneficiosos para la salud y proporcionan una importante motilidad intestinal³¹.

2.9 Polisacáridos importantes

Los polisacáridos presentan una amplia distribución en la naturaleza y por su función pueden ser divididos en tres grupos, a saber, polisacáridos estructurales que confieren estabilidad mecánica a las células, los órganos y los organismos, los polisacáridos hidrófilos (fijadores de agua), que están intensamente hidratados e impiden que las células o los tejidos se deshidraten (se sequen) y polisacáridos de reserva que sirven fundamentalmente como almacenadores de hidratos de carbono y pueden liberarlos según los requerimientos de monosacáridos. Debido a su carácter polimérico los hidratos de carbono de reserva son menos activos desde el punto de vista osmótico y por eso pueden ser almacenados en la célula en grandes cantidades. Entre los polisacáridos más importantes se encuentran el glucógeno, celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, etc³⁰.

2.10 Estabilidad de los carbohidratos en los alimentos

Los diferentes tipos de azúcares se basan en sus propiedades funcionales, las cuales son consecuencia de su estructura química: su alto contenido de hidroxilos altamente hidrófilos, les proporciona la capacidad de hidratarse y de retener agua al establecer puentes de hidrógeno; generalmente son dulces, propician las reacciones de oscurecimiento de Maillard y de caramelización y fermentación, fungiendo como fuente de carbono¹⁹.

Son capaces de inhibir el crecimiento microbiano, dependiendo de la concentración a la cual se empleen, por reducir la a_w ; confieren viscosidad y cuerpo a diversos

alimentos, etc. Algunos aspectos técnicos a considerar cuando se utilizan azúcares son la cristalización y la hidratación¹⁹.

2.11 Principales análisis de laboratorio

En principio, se distinguen dos grandes tipos de glúcidos: el primero comprende las sustancias utilizables por el hombre y los monogástricos y se denomina glúcidos digestibles; el segundo, engloba las otras moléculas glucídicas, indigestibles para el hombre pero utilizables por los rumiantes³⁶.

Debido a su estereoespecificidad, a cada molécula de azúcar le corresponde una enzima perfectamente adaptada a su configuración. Hoy en día los métodos analíticos recurren a principios químicos, físicos o enzimáticos. Cada uno proporciona un resultado con un carácter y una especificidad propios. El método deberá elegirse en función del objetivo concreto del análisis, entre los que se encuentran³⁶:

- a. Determinación de los azúcares reductores totales³⁷.
- b. Determinación de glucosa en azúcares y jarabes³⁷.
- c. Determinación de glucosa y fructosa en el azúcar de caña en bruto³⁷.
- d. Determinación de azúcares en productos horneados³⁷.
- e. Determinación de azúcares en la elaboración de cerveza y miel³⁷.

CAPÍTULO 3. LÍPIDOS EN LOS ALIMENTOS

Los lípidos consisten en un amplio grupo de compuestos, en general solubles en disolventes orgánicos y escasamente solubles en agua. Son los principales componentes del tejido adiposo y, junto con las proteínas y los carbohidratos constituyen el grueso de los componentes estructurales de todas las células vivientes. Los ésteres de glicerol de los ácidos grasos, que representan hasta el 99% de los lípidos de origen animal y vegetal, se han llamado tradicionalmente grasas o aceites, dependiendo de si el material es sólido o líquido a temperatura ambiente³¹.

Los lípidos se presentan en dos formas básicas: saturadas e insaturadas. La condición de saturada de una grasa depende de si ésta tiene uno o más enlaces dobles entre los átomos de carbono en uno o más de sus componentes de ácido graso. Si existe un doble enlace en uno o más de los ácidos grasos, a la grasa se le considera monoinsaturada; si hay dos o más, la grasa es poliinsaturada³⁸.

3.1 Fuentes de lípidos en los alimentos

Las grasas vegetales incluyen formas sólidas como manteca de cacao y líquidas como aceite de semilla de maíz, aceite de soya, aceite de semilla de algodón, de cacahuate, de olivo y muchas más. Las grasas animales incluyen manteca de cerdo, sebo de res y grasa de mantequilla de la leche³⁹.

En los alimentos, los lípidos pueden estar en forma visible, separados de su fuente original animal o vegetal, como por ejemplo la mantequilla, tocino, grasas de repostería, o aceites de ensalada, o bien ser constituyentes básicos como la leche, queso o carne³¹.

3.2 Recomendaciones en el consumo de lípidos

Los lípidos no son estrictamente necesarios como nutrientes, a excepción de los ácidos grasos esenciales. Estos son ácidos grasos poliinsaturados que no pueden ser sintetizados por el organismo humano. Son los ácidos linoleico y alfa-linolénico³³.

El ácido alfa linolénico es imprescindible para la formación de estructuras celulares del sistema nervioso, aparte de otras funciones. Las necesidades mínimas de ácidos grasos esenciales, referidas a ácido linoleico, oscilan entre 3 a 5 gramos (g) por día, o alrededor del 2% del total calórico diario, aunque la ingesta recomendada es de unos 15 g por día, sin sobrepasar el 10% del total energético diario. Pero la ingesta real de lípidos alimentarios de la población mundial oscila entre dos polos contrapuestos³³:

3.3 Funciones de los lípidos en el organismo

Ciertos lípidos desempeñan funciones especiales en el organismo, por ejemplo³²:

- Las grasas actúan como una fuente concentrada de energía. Cada gramo de grasa proporciona 9 kilocalorías, lo cual es más del doble de la energía suministrada por cada gramo de carbohidratos³².

- Los esteroides, los eicosanoides y algunos metabolitos de los fosfolípidos funcionan como señales. Actúan como hormonas mediadoras y segundos mensajeros³⁰.
- Otros lípidos se emplean como anclas para fijar proteínas a las membranas. Algunos otros son cofactores en las reacciones enzimáticas, por ejemplo la vitamina K o la ubiquinona. Como lípido fotosensible el carotenoide retinal desempeña un papel central en el proceso de la visión³⁰.

3.4 Importancia de los lípidos como nutrientes

Como ya se ha mencionado las grasas y los aceites son fuentes de energía en la dieta. Son la forma de energía más concentrada en los alimentos y liberan dos veces más energía por gramo que los carbohidratos o las proteínas. La importancia de los lípidos en el cuerpo, es que las grasas se depositan debajo de la piel, en donde funcionan como conservadores de calor, contribuyendo a aislar el cuerpo y a prevenir la pérdida rápida de calor. Además, cojines de grasa sostienen las vísceras y determinados órganos del cuerpo⁴⁰.

3.5 Efectos por exceso o deficiencia de lípidos

Cuando las grasas son consumidas en exceso, se acumulan en el tejido adiposo y además en la sangre trayendo consigo problemas de colesterol y triglicéridos altos en sangre, representando un alto riesgo para padecer enfermedades del corazón, incrementando las probabilidades de sufrir infartos y aterosclerosis. Las grasas

saturadas son las responsables de estas enfermedades, y son las grasas de origen animal, como el tocino, la manteca, la grasa de la carne etc⁴¹.

La falta de grasa puede representar un peligro para la vida, el porcentaje de grasa en el cuerpo debe estar siempre dentro de los límites aceptables para no sufrir una descompensación⁴¹.

3.6 Efectos sobre los lípidos de los alimentos antes, durante o después del procesado

Durante las preparaciones culinarias o los tratamientos tecnológicos, los cuerpos grasos pueden sufrir numerosas transformaciones que afectan a su valor nutricional. Un calentamiento excesivo de las grasas las hace incomedibles. En efecto, lleva a la formación de acroleína, la cuál es tóxica y volátil, producto de la deshidratación de ácidos grasos libres, así como de diversos productos de alteración, resultantes de la ruptura de cadenas, polimerización, ciclación, etc²⁶.

Algunas de las reacciones que se presentan son:

- Lipólisis³¹.
- Autooxidación⁴².
- Descomposición térmica³¹.
- Enranciamiento²⁷.

3.7 Papel de los lípidos en el aroma y sabor de los alimentos

Entre los que se pueden encontrar:

- A. Efectos físicos³¹.
- B. Los lípidos como precursores del aroma y sabor³¹.
- C. Enranciamiento³¹.
- D. Reversión del aroma³¹.
- E. Endurecimiento del aroma³¹.

3.8 Procesado de grasas y aceites

Existen sólo unos pocos métodos de producción para la obtención de grasas y aceites de fuentes animales, marinas y vegetales. Estos incluyen, derretimiento, expulsión por presión, y extracción por medio de solventes, los cuales le siguen varios procedimientos de refinación y modificación³⁹.

3.8.1 Hidrogenación

Los aceites vegetales naturales suelen ser líquidos a temperatura ambiente. Sin embargo, se demostró, hace muchos años, que sí estos ácidos grasos pudiesen convertirse en ácidos saturados, los aceites se transformarían en grasas sólidas. Sabatier fue el primero en demostrar que los aceites vegetales podían hidrogenarse con hidrógeno gaseoso en presencia de un catalizador, tal como el níquel metálico. Este proceso constituye la operación unitaria esencial en la manufactura de aceites endurecidos, que se emplean en la producción de margarina y mantecas vegetales⁴³.

Los objetivos fundamentales de la hidrogenación son dos⁴²:

- 1) Reducir el grado de insaturación y por lo tanto, la velocidad de oxidación. La velocidad de oxidación de un ácido graso está relacionada con el grado de insaturación. En la mayoría de los casos, es preferible convertir los ácidos poliénicos en mezclas de C18:2 o C18:1 aumentando la estabilidad del aroma del producto alimenticio⁴².
- 2) Modificar las características físicas, especialmente el comportamiento de fusión y cristalización de un aceite, haciéndolo más útil para ciertas aplicaciones específicas. En este caso, es especialmente importante el grado de isomerización cis-trans producido durante la hidrogenación⁴².

3.9 Estabilidad de los lípidos

Durante las preparaciones culinarias o los tratamientos tecnológicos, los cuerpos grasos pueden sufrir numerosas transformaciones que afectan a su valor nutricional. Las grasas se oxidan según el grado de insaturación de los ácidos grasos. El enranciamiento, al aire o en presencia de oxígeno, se favorece por la luz y el calor. Los efectos de la oxidación afectan más a las propiedades organolépticas que a las cualidades nutricionales, salvo la pérdida de antioxidantes naturales, como los tocoferoles²⁶.

Un calentamiento excesivo de las grasas las hace incomedibles. En efecto, lleva a la formación de acroleína, tóxica y volátil, producto de la deshidratación de ácidos grasos libres, así como de diversos productos de alteración, resultantes de la ruptura de

cadena, polimerización, ciclación, etc. Las grasas sobrecalentadas originan en los animales un retardo del crecimiento, hipertrofias de órganos, demostración de su toxicidad e incluso, eventualmente, efecto cancerígenos²⁶.

3.10 Principales análisis de laboratorio

En la práctica, el análisis de los lípidos se orienta, en principio, a los siguientes aspectos³⁶:

- Contenido en lípidos brutos (totales o libres), en lípidos simples o en lípidos complejos³⁶;
- Determinación de algunas de sus características: grado de insaturación, grado de hidrólisis, longitud media de la cadena de los ácidos grasos, etc³⁶.
- Composición en ácidos grasos totales después de la saponificación de la muestra; este parámetro es un dato fundamental, tanto desde el punto de vista del valor nutritivo como de las propiedades funcionales³⁶;
- Contenido en algunos otros elementos: colesterol, fitoesteroles, vitaminas liposolubles, etc., según los casos y los objetivos del análisis³⁶.

CAPÍTULO 4. PROTEÍNAS EN LOS ALIMENTOS

Las proteínas son macromoléculas complejas que pueden dar cuenta de más del 50% del peso seco de las células, en cuya estructura y función juegan un papel fundamental. Son múltiples las que se han aislado y purificado. Su peso molecular oscila entre 5.000 y muchos millones de daltons. Estos biopolímeros están compuestos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y, habitualmente, azufre. Algunas contienen también hierro, cobre, fósforo o zinc³¹.

Las proteínas pueden clasificarse en dos grupos según su estructura: *homoproteínas* que constan sólo de aminoácidos y *heteroproteínas*, que además de aminoácidos contienen varios otros compuestos no proteicos, denominados colectivamente grupos prostéticos³¹.

Pueden clasificarse también por su origen animal: *escleroproteínas* o proteínas fibrosas, como la elastina del músculo y el colágeno del tejido conjuntivo. Estas proteínas son insolubles debido a su estructura molecular y desempeñan funciones de protección y soporte de tejidos (piel, pelos, plumas, uñas). No son digeribles, pero se aprovecha un producto derivado, la gelatina³³.

Las *esferoproteínas* o proteínas globulares. Son constituyentes de líquidos orgánicos, como la caseína de la leche, la albúmina de la clara de huevo y las globulinas del plasma sanguíneo. Este tipo de proteínas, en general, son solubles en el agua, se digieren fácilmente y contienen una buena proporción de aminoácidos esenciales. Las *protaminas e histonas*. Son polipéptidos de pesos moleculares no muy elevados. Se encuentran en las huevas del pescado³³.

Las proteínas de origen vegetal: *glutelinas* y *prolaminas*. Las contienen los vegetales, especialmente los cereales. Por ejemplo, glutenina en el trigo, hordeína en la cebada, orizenina en el arroz, gliadina en el trigo y centeno, zeína en el maíz, etc. El compuesto denominado gluten es una mezcla de gliadina + glutenina³³.

4.1 Fuentes de proteínas en los alimentos

No existe ningún alimento que esté constituido por pura proteína, es decir, que contenga 100% de proteína aunque hay alimentos que contienen gran cantidad como es el caso de la harina de soya, ésta cuenta con 45% de proteína, el queso Cheddar contiene un 26%, tocino, carne de res magra (20%), huevos (12%), cacahuete (12%), etc.²⁹.

Los productos animales considerados como fuentes de proteínas son el huevo, la leche y la carne de diversas especies. El contenido de proteínas de los pescados es muy variable y las proteínas vegetales se obtienen principalmente de semillas de leguminosas, cereales, oleaginosas y en baja proporción de hojas verdes, aunque existe una gran variabilidad de niveles de proteína aún en variedades de la misma especie, lo que depende de factores genéticos, climáticos y ecológicos. La gelatina es una proteína derivada de la hidrólisis selectiva del colágeno, que es el componente orgánico más abundante en huesos y piel de mamíferos y tiene grandes aplicaciones en alimentos, farmacia y adhesivos, para lo que se requieren diferentes grados de calidad y pureza¹⁹.

4.2 Recomendaciones en el consumo de proteínas

Las ingestas proteicas recomendadas como seguras para los adultos son objeto de controversia. Se han observado, en los países en desarrollo, que el equilibrio nitrogenado se mantiene en algunos adultos con una ingesta de proteína de arroz de 0.44 g/día por kg de peso corporal, lo que es posible gracias a la adaptación metabólica a ingestas habitualmente muy pobres en proteína³¹.

En la mayor parte de los países occidentales, los adultos consumen con su dieta cantidades de proteína que sobrepasan las necesidades, así establecidas, por un factor de aproximadamente 2; de manera que entre el 11 y 14% del contenido calórico de su dieta, en lugar del 8% recomendado, deriva de las proteínas. Ingestas proteicas muy altas, de más de 150-200 g por día, durante períodos prolongados, pueden ser perjudiciales para la salud, especialmente si el consumo de tales cantidades de proteína implica el de carne rica en grasa saturada³¹.

4.3 Funciones de las proteínas en el organismo

Algunas de las funciones importantes de las proteínas son las siguientes³⁰:

- Las proteínas estructurales son responsables de la forma y la estabilidad de las células y los tejidos, entre ellas se encuentra el colágeno y las histonas³⁰.
- Una proteína de transporte conocida es la hemoglobina, contenida en los eritrocitos, que tiene a su cargo el transporte del oxígeno y del bióxido de carbono y su intercambio en los pulmones y tejido³⁰.

- Contribuyen en la síntesis de muchas secreciones y líquidos corporales esenciales³².

4.4 Importancia de las proteínas como nutrientes

Los aminoácidos tienen diferentes funciones en el organismo pero ante todo sirven como unidades básicas de los péptidos y de las proteínas. Los aminoácidos son constituyentes importantes de la nutrición (algunos son inclusive esenciales). Determinados aminoácidos forman precursores para otros metabolitos, como por ejemplo para la glucosa en la gluconeogénesis, para las bases de purinas y pirimidinas, para el hemo y otras moléculas³⁰.

4.5 Aminoácidos esenciales y limitantes

Los aminoácidos pueden clasificarse en aminoácidos esenciales (o indispensables) y no esenciales (o no indispensables). Los aminoácidos esenciales no se pueden sintetizar y deben ser aportados por la dieta³³.

El aporte de los aminoácidos esenciales debe realizarse desde el exterior mediante la ingesta de los alimentos. Dichos aminoácidos esenciales son: Isoleucina, Leucina, Lisina, Fenilalanina, Treonina, Valina, Metionina y Triptófano³³.

En el caso de los aminoácidos limitantes, por ejemplo, demuestra que los huevos, la leche y la carne son proteínas de alta calidad debido a que contienen todos los aminoácidos esenciales y en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades

de un adulto. Sin embargo, en otros alimentos proteínicos uno o más aminoácidos pueden estar presentes en cantidades inferiores a los requerimientos humanos. El aminoácido que se encuentra por debajo de los requerimientos humanos se conoce como el aminoácido limitante²⁹.

4.6 Digestibilidad de las proteínas

Mientras que se ha hecho mucha investigación sobre la calidad de las proteínas, se le ha dado poca consideración a la digestibilidad (D). Puesto que hoy en día se piensa que son pocas las dietas que proveen cantidades insuficientes de aminoácidos esenciales, excepto en el caso de los recién nacidos y los niños en edad preescolar, es necesario prestar mayor atención a la digestibilidad, especialmente de las dietas de los países en vías de desarrollo²⁹.

Se puede hacer la determinación mediante la cantidad de nitrógeno que es absorbido entre la cantidad de nitrógeno que es ingerido³³.

Este parámetro, junto con el valor biológico, conduce a la utilización proteica neta³³.

4.6.1 Valor biológico de las proteínas

El valor biológico (VB) representa la proporción de nitrógeno absorbido y que es retenido por el organismo para ser utilizado como elemento de crecimiento o de mantenimiento³³.

El valor biológico de un alimento con proteínas se mide generalmente alimentando con la proteína sometida a prueba a ratones jóvenes como la única fuente de nitrógeno. El valor biológico se calcula midiendo la ingestión de nitrógeno y la cantidad de nitrógeno que se pierde en la orina y el excremento. El nitrógeno que se pierde en la orina mide el nitrógeno que se ha absorbido y utilizado por el cuerpo mientras que el nitrógeno que se pierde en el excremento mide el nitrógeno que no ha sido absorbido. El VB se define como el porcentaje de proteína absorbida que es retenida en el cuerpo, esto es, aquella que es convertida en proteína corporal²⁹.

4.6.2 Coeficiente de eficacia proteica

Es el aumento de peso corporal dividido entre el peso de proteínas consumidas. Para conocer el crecimiento se valora la relación de eficiencia proteica neta (PER)³³.

4.6.3 Utilización proteica neta

Es la proporción de nitrógeno consumido que queda retenido por el organismo. Es el producto del valor biológico por la digestibilidad. La utilización proteica neta (NPU) nos permite conocer el nitrógeno proteico utilizado realmente. Con este concepto, la proteína de óptima calidad es la que tiene un NPU de 100³³.

4.7 Efectos por exceso o deficiencia de proteínas

Durante el crecimiento es mayor la necesidad de proteínas que en otros periodos de la vida. En consecuencia, lactantes y niños necesitan más proteínas que el adulto porque acumulan nuevo tejido de alto contenido proteínico³².

La desnutrición con déficit de proteínas, carbohidratos y grasas no produce daño hepático, pero la deficiencia exclusiva de proteínas provoca depósito de grasa en el hígado, de tal forma que la desnutrición proteica parece tener influencia en la magnitud del depósito de grasas y la progresión hacia un daño hepático agudo⁴⁴.

4.8 Efectos sobre las proteínas de los alimentos antes, durante o después del procesado

En el caso de las proteínas, la palabra desnaturalización indica que la estructuración se aleja de la forma nativa debido a un importante cambio en su conformación tridimensional, producido por movimientos de los diferentes dominios de la proteína, que conlleva un aumento en la entropía de las moléculas. Este cambio conformacional trae como consecuencia pérdidas en estructura secundaria, terciaria o cuaternaria, pero no cambios en la estructura primaria, es decir, que la desnaturalización no implica una hidrólisis del enlace peptídico¹⁹.

4.9 Propiedades funcionales de las proteínas

Las propiedades de las proteínas se pueden clasificar en tres grandes grupos: a) propiedades de hidratación (dependientes de las interacciones proteína-agua, b) propiedades relacionadas con las interacciones proteína-proteína y c) propiedades de superficie³¹.

Al primer grupo pertenecen propiedades tales como la absorción y retención de agua, la «humectabilidad», el hinchamiento, la adhesión, la dispersabilidad, la solubilidad y

la viscosidad, a las que con frecuencia se hace referencia con el término propiedades hidrodinámicas³¹.

Las propiedades del segundo grupo participan en procesos tales como la precipitación y la formación de geles y varias otras estructuras (por ejemplo, masas y fibras proteicas)³¹.

El tercer grupo de propiedades está relacionado fundamentalmente con la tensión superficial, la emulsificación y las características espumantes de la proteína. Estos tres grupos no son totalmente independientes; por ejemplo, la formación de geles no solo implica interacciones proteína-proteína, sino también interacciones proteína-agua y proteína-proteína³¹.

4.10 Cambios en el valor nutritivo de las proteínas y efectos tóxicos

Durante la manufactura, el almacenamiento y la preparación de los alimentos para el consumo, éstos se someten a distintos tratamientos que provocan efectos, a veces benéficos y a veces dañinos. Desde el punto de vista de la nutrición, el mayor daño que puede ocurrir es la pérdida de los aminoácidos indispensables¹⁹.

La calidad nutritiva de estos polímeros depende de la biodisponibilidad de sus aminoácidos, lo que a su vez está determinado por: a) la velocidad y la intensidad con la que son liberados por la acción de las enzimas proteolíticas y b) la estructura química de dichos aminoácidos. Por esta razón, cuando una proteína se altera pueden

sucedan cambios químicos que dañen algunos grupos químicos específicos de los aminoácidos, lo cual es suficiente para reducir el valor nutritivo de los alimentos¹⁹.

4.11 Estabilidad de las proteínas en los alimentos

Entre los efectos de los tratamientos industriales, citemos a continuación los de la congelación, fermentaciones, procedimientos de hidrólisis y de los tratamientos alcalinos, oxidantes y térmicos. La congelación no tiene efecto por sí misma; sin embargo, durante la descongelación se pueden observar algunas pérdidas por difusión. Durante los procesos de fermentación, pueden formarse algunos aminoácidos indispensables, lo que representa, en la mayoría de los casos, un efecto favorable. La hidrólisis en medio ácido, puede destruir algunos aminoácidos, especialmente el triptófano; este efecto resulta muy perjudicial porque es un aminoácido indispensable y se encuentra en baja proporción en la mayoría de las proteínas alimenticias; la solubilización alcalina de las proteínas, procedimiento seguido en la preparación de proteínas aisladas, tiene efectos que dependen del pH, temperatura y duración del tratamiento²⁶.

4.12 Enzimas en los alimentos

A fin de mantener la vida, las actividades de las células deben ser controladas y organizadas en un patrón de autorregulación y autorrenovación, dicho control se halla en la existencia de un grupo de sustancias crucialmente importantes llamadas

enzimas. Sin ellas, las reacciones químicas de la célula quedarían totalmente fuera de control²⁹.

Las enzimas controlan todos los cambios químicos, o sea, el metabolismo, que tiene lugar en las células vivas. Ellas regulan las reacciones de asimilación o anabólicas que dan como resultado la formación de sustancias complejas como las proteínas a partir de unidades individuales de construcción. Asimismo, las enzimas regulan las reacciones de descomposición o catabólicas que resultan en liberación de energía²⁹.

4.13 Principales análisis de laboratorio

La primera determinación que se debe realizar es la estimación de la cantidad de proteína a partir del nitrógeno contenido en la muestra. La segunda deducir su cantidad a partir del contenido de uno o dos aminoácidos particulares, fáciles de identificar y de cuantificar por su reactividad química específica³⁶.

Por otra parte, las proteínas se analizan determinando el contenido de aminoácidos liberados al someterlas a una hidrólisis química drástica. De ese modo, se obtiene el contenido total de estos constituyentes que no refleja, necesariamente, su estado exacto en el seno de la proteína ni su grado de eficacia nutricional³⁶.

Todas estas técnicas implican un cierto acuerdo universal: se usa el mismo lenguaje a sabiendas de que puede incluir un determinado grado de inexactitud³⁶.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con base en la necesidad actual y en la responsabilidad que conlleva formar buenos profesionales en el área de la salud y debido a los grandes avances de la tecnología, nos vemos obligados a emprender nuevas técnicas de enseñanza.

Con la introducción de este material de apoyo a la docencia se pretende contribuir de cierta manera a mejorar la calidad educativa y a incrementar la responsabilidad y el interés de los Q.F.B. en el área alimenticia, ya que la materia de Bromatología se imparte en sólo un semestre en el cual se estudia todo lo referente a los alimentos como: la fisiología y metabolismo de los nutrientes, los alimentos y sus constituyentes, el procesado industrial y microbiología de los alimentos, la biotecnología alimentaria y algunos de los retos de la nutrición, como se observa dicho programa es demasiado ambicioso para cubrirlo en un semestre, por consiguiente muchos de los aspectos no se alcanzan a analizar tan detenidamente como mereciera por falta de tiempo.

Por otra parte, la biblioteca de esta facultad no es especializada en el tema ya que la carrera no cuenta con un área terminal en alimentos, debido a esto existen pocos ejemplares relacionados con la asignatura, por ello se ha pensado en elaborar libros electrónicos que permitan a los estudiantes obtener información rápida, actualizada y de fácil acceso, que hagan que éstos amplíen sus conocimientos y se formen una idea más amplia del campo de aplicación que tiene el Q.F.B. en esta área, hasta ahora muy poco visualizada como campo de trabajo para él.

IV. OBJETIVO

Realizar un libro electrónico de apoyo al aprendizaje de la materia de Bromatología de séptimo semestre de la carrera de Q.F.B. del tema: Alimentos y sus constituyentes (agua en los alimentos, carbohidratos, lípidos y proteínas en los alimentos).

V. METODOLOGÍA

- Revisar y Seleccionar la información sobre el tema
- Capturar la información en Microsoft Word
- Insertar imágenes apropiadas al texto
- Selección de color para fuente y fondos
- Diseño y Formato del Libro Electrónico en FlipAlbum Pro 6
- Elaboración de la tesis y presentación a los Sinodales

VI. RESULTADOS

Se realizó el presente trabajo con la finalidad de ampliar la información del primer modulo del programa de estudios de la materia de Bromatología de séptimo semestre de la carrera de Q.F.B. (Los alimentos y sus constituyentes) esperando hacer más ameno y más interactivo el aprendizaje entre los alumnos tomando en cuenta el factor visual y la tecnología como herramienta de enseñanza.

El libro electrónico es el resultado de una búsqueda incesable del conocimiento por parte de los profesores por incorporar a los alumnos a las nuevas tecnologías que van desde el aprendizaje hasta los últimos avances en cuanto a la elaboración de los alimentos; ya que es indispensable en estos tiempos modernos incorporarse en dichos ámbitos para crecer profesionalmente.

Se espera que este libro electrónico sea una herramienta y cumpla con la función de mejorar el aprendizaje, despertar el interés y hacer que el Q.F.B. pueda proporcionar una mejor calidad de vida en un futuro próximo innovando con tecnologías para la obtención de productos alimenticios benéficos para la humanidad.

VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se realizó una revisión bibliográfica concerniente al temario del primer modulo de la asignatura de bromatología basada en el plan de estudios de la carrera de Q.F.B. con la cual se pretende dar a conocer una visión más amplia acerca del tema: los alimentos y sus constituyentes y como incorporando la tecnología al aprendizaje se puede crear un lazo más fuerte para el aprovechamiento del mismo.

Con la introducción de un libro electrónico como apoyo a la docencia se espera reforzar el conocimiento de los alumnos e incorporarlos a las nuevas tecnologías en cuanto a aprendizaje y brindarles un panorama más versátil del que puede ofrecer un libro impreso.

Aunque hay realizados muy pocos libros electrónicos en esta Facultad, entre los que se pueden citar: Material Multimedia de apoyo al aprendizaje del tema: Los alimentos, sus componentes y sus funciones, de la asignatura de Bromatología⁴⁶; este trabajo fue el primer libro electrónico realizado para esta materia y está basado en la unidad I del primer modulo de la asignatura de Bromatología, en este libro electrónico podemos encontrar que es la nutrición, la nutrición a nivel mundial y principalmente en México; habla también de la clasificación de los alimentos y de los componentes de los mismos y de algunas de las evaluaciones que se les llega a practicar a estos. Es un libro muy ameno y aunque pareciera por el título que es el mismo trabajo de este libro electrónico tienen contenidos muy diferentes; ya que este libro electrónico se adentra

más en los temas que sufren los alimentos durante la preparación culinaria de los mismos.

Con respecto al libro electrónico *Fisiología y Metabolismo de los Nutrientes*, un Libro Electrónico para el apoyo a la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Bromatología⁴⁷, que es el segundo libro electrónico realizado para esta asignatura, podemos encontrar que los nutrientes se pueden convertir en reserva de energía cuando el organismo presenta algunos periodos de ayuno. Este libro cuenta con imágenes acerca de la estructura del tracto gastrointestinal, es un libro que esquematiza de forma sencilla la fisiología del mismo y habla también del metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas y nos enseña de forma clara y concisa que es la nutrición y las clases de nutrientes que podemos encontrar.

El libro electrónico llamado *Microbiología General II, Manual de Prácticas*⁴⁸, podemos decir que es un libro muy bien realizado, con muy buena presentación a la vista, está manejado muy acorde con lo que es el Manual de Prácticas de la materia de Microbiología, está lleno de imágenes que ejemplifican de manera muy clara todo el contenido y es muy educativo en todos los aspectos; tiene colores muy vistosos, las imágenes son claras, el tamaño de letra es adecuado; es un libro que a primera vista invita a un estudiante a terminarlo de principio a fin, aunque la única desventaja de este libro electrónico es que no es parte de la enseñanza de la materia de Bromatología ya que forma parte de otro módulo, también de séptimo semestre de la carrera de Q.F.B.

También podemos encontrar la *Comisión del Codex Alimentarius*⁴⁹, Manual de procedimiento en su Decimonovena edición emitido por la Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación,

este libro cuenta más que nada con todas las normas que deben cumplir los plaguicidas y los aditivos que se ocupan en la industria alimentaria, así como los análisis de riesgo de la misma. Es un libro que no presenta imágenes, sólo se incluyen algunas tablas y es un poco pesado para leerlo ya que primero cuenta con un gran número de estatutos y reglamentos de la Comisión del Codex Alimentarius.

Otro libro electrónico que es de interés mencionar es el libro titulado: Nuevos alimentos para nuevas necesidades. Nutrición y salud⁵⁰, que lo publica la Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA) en España. El contenido de este libro es ameno, a pesar de no contar con imágenes descriptivas sino sólo al principio del libro, cuenta con algunas tablas aunque no se alcanzan a distinguir del todo bien y al final de este material aportan un diccionario de las palabras clave que se utilizan en él. Por lo que sería recomendable que incluyeran algunas imágenes para descansar un poco la vista y no hacer tan tediosa la lectura de los mismos.

El libro electrónico Cuaderno de Problemas Resueltos y Propuestos de Probabilidad y Estadística⁵¹ es un libro muy completo, a pesar de contar con muchas tablas y fórmulas matemáticas presenta diversas imágenes que son muy descriptivas para cada ejercicio propuesto, además de tener la respuesta para cada uno de ellos y sería conveniente contar con libros así para Las materias de matemáticas de la carrera de Q.F.B.

El propósito principal de este libro electrónico es despertar en el alumno un mayor interés por esta materia y asimismo responder a las necesidades básicas de los seres humanos con ética y profesionalismo creando nuevas tecnologías de alimentación sin que este pierda muchas de sus cualidades nutricionales.

VIII. CONCLUSIONES

Se creó el libro electrónico con la finalidad de tener un mejor aprendizaje por parte del alumno al poder interactuar con las imágenes y poder captar mejor los conceptos básicos acerca de la nutrición y en especial del tema: Los alimentos y sus constituyentes de la asignatura de Bromatología.

Asimismo se creó el libro electrónico para ayudar a cualquier persona a aprender de manera más sencilla y amena algunos conceptos relacionados con la materia, ya que con el hecho de ver las imágenes se forma un concepto más fácil y seguro de la palabra escrita.

IX. REFERENCIAS

1. Bello GJ. Calidad de vida, alimentos y salud humana, fundamentos científicos. España: Díaz de Santos Ediciones; 2005.
2. Plan de Estudios de la carrera de Química Farmacéutico Biológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM, 2003. (Modificación al plan de estudios de la carrera de Q.F.B de 1998).
3. Davis HR. Diseño de sistemas de aprendizaje. 2ª Ed. México: Editorial Trillas; 1990.
4. Lev S. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. España: Grupo Editorial Grijalbo; 1979.
5. Whittaker J, Whittaker S. Psicología. 4ª Ed. México: Editorial McGraw-Hill; 1990.
6. Woolfolk A. Psicología educativa. 9ª Ed. México: Pearson Educación; 2006.
7. Barriga FD, Hernández G. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. 2ª Ed. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana; 2004.
8. Kemp J. Planificación y producción de materiales audiovisuales. 3ª Ed. México: Alfaomega; 1989.
9. <http://es.wikipedia.org/wiki/Multimedia>, 28/09/08
10. <http://www ldc.usb.ve/~abianc/hipertexto.html> Introducción, 15/11/09
11. <http://www.monografías.com/trabajo10/mmedia/mmedia.shtml#quees>, 28/09/08
12. <http://www.monografías.com/trabajo31/libro-multimedia/libro-multimedial.shtml>, 28/09/08
13. Badui S. Química de los alimentos. 5ª reimpresión. México: Alhambra Mexicana; 1997.
14. Kemmer F, McCallion J. Manual del agua Tomo I. México: Editorial McGraw-Hill; 1990.

15. Charley H. Tecnología de los alimentos. México: Editorial Limusa; 2008.
16. Kirk RS, Sawyer R, Egan H. Composición y análisis de alimentos de Pearson. 2ª Ed. México: Compañía Editorial Continental; 1996.
17. Lewis MJ. Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado. España: Editorial Acribia; 1993.
18. Hersom AC, Hulland ED. Conservas alimenticias. 3ª Ed. España: Editorial Acribia; 1980.
19. Badui S. Química de los alimentos. 4ª Ed. México: Pearson Educación; 2006.
20. Desrosier WN. Elementos de tecnología de alimentos. 11ª reimpresión. México: Compañía Editorial Continental; 1996.
21. Belitz D. Química de los alimentos. España: Editorial Acribia; S.A.
22. Lück E. Conservación Química de los alimentos. España: Editorial Acribia; 1981.
23. Baltes W. Química de los alimentos. 5ª Ed. España: Editorial Acribia; 2000.
24. Austin GT. Manual de procesos químicos en la industria. 1ª Ed. México: Editorial McGraw-Hill; 1995.
25. Esquivel HR, Martínez CS. Nutrición y salud. 1ª Ed. México: Editorial El Manual Moderno; 2005.
26. Besancon P, Cheftel JC. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol. II. 1ª reimpresión. España: Editorial Acribia; 1989.
27. Brownsell VL, Griffith CJ, Jones E. La Ciencia aplicada al estudio de los alimentos. 1ª Ed. México: Editorial Diana; 1993.
28. Holdsworth SD. Conservación de frutas y hortalizas. 1ª Ed. España: Editorial Acribia; 1988.
29. Fox BA. Ciencia de los alimentos, nutrición y salud. México: Editorial Limusa; 1992.
30. Koolman J, Röhm KH. Bioquímica texto y atlas. 3ª Ed. México: Editorial Médica Panamericana; 2004.
31. Fennema O. Química de los alimentos. España: Acribia; 1993.

32. Krause MV, Hunscher MA. Nutrición y dietética clínica. 5ª Ed. México: Nueva Editorial Interamericana; 1975.
33. Cervera P, Clápes J. Alimentación y dietoterapia. 4ª Ed. Colombia: Editorial McGraw-Hill; 2004.
34. López MJ. Nutrición y salud para todos. 1ª reimpresión. México: 2004.
35. Anderson L, Dibble MV. Nutrición y dieta de Cooper. 17ª Ed. México: Nueva Editorial Interamericana; 1985.
36. Adrian J, Potus J, Poiffait A. Análisis nutricional de los alimentos. 1ª Ed. España: Editorial Acribia; 2000.
37. Official methods of analysis of AOAC international
38. Isaacs J, Krinke UB. Nutrición en las diferentes etapas de la vida. 1ª Ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2007.
39. Potter N. La ciencia de los alimentos. 1ª Ed. México: Editorial Harla; 1973.
40. Wilson ED, Fisher KH. Fisiología de la alimentación. 3ª Ed. México: Nueva Editorial Interamericana; 1978.
41. http://www.todoslos gimnasios.com.ar/consejos/consumoadecuado_c_p_l.htm, 11/09/08.
42. Wong DW. Química de los alimentos, mecanismos y teoría. 1ª Ed. España: Editorial Acribia; 1995.
43. Berk Z. Introducción a la química de los alimentos. 1ª Ed. México: Editorial El Manual Moderno; 1980.
44. Fuentes TS. Nutrición, cirugía y terapia intensiva. 1ª Ed. México: Editorial El Manual Moderno; 2004.
45. Nielsen SS. Análisis de los alimentos, manual de laboratorio. 1ª Ed. España: Editorial Acribia; 2007.
46. Reyes P. Material multimedia de apoyo al aprendizaje del tema: los alimentos, sus componentes y sus funciones, de la asignatura de Bromatología. México: Facultad de Estudios Superiores Zaragoza; 2008.

47. Gutiérrez K. Fisiología y metabolismo de los nutrientes, un libro electrónico para el apoyo a la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Bromatología. México: Facultad de Estudios Superiores Zaragoza; 2009.
48. Salgado P. Manual de prácticas de microbiología general II. México: Facultad de Estudios Superiores Zaragoza; 2010.
49. Codex Alimentarius. Comisión del codex alimentarius, Manual de procedimiento. 19ª Ed. Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/ProcManuals/Manual_19s.pdf 2010
50. Martínez AJ, De Arpe MC, Urrialde R. Nuevos alimentos para nuevas necesidades. Nutrición y salud. España: Nueva Imprenta S.A.
http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/nuevos_alimentos.pdf
51. Guerra DT, Marques DS, López RJ. Cuaderno de problemas resueltos y propuestos de probabilidad y estadística. México: Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM; 2007.