



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Química de Alimentos
Clave de la asignatura:	AIC-2102
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería Bioquímica

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>Esta asignatura es parte del Módulo de Especialidad en Aprovechamiento Integral de los Alimentos y aporta al perfil del Ingeniero Bioquímico la capacidad para aplicar los conocimientos básicos y criterios para la comprensión, interpretación y evaluación relacionado a las propiedades químicas, estructurales, fisicoquímicas, tecnofuncionales y nutrimentales que tienen los componentes de los alimentos: agua, carbohidratos, proteínas y lípidos como macrocomponentes principales, así como vitaminas, minerales y enzimas como microcomponentes, para crear un criterio integrador de la contribución que tienen dichos componentes en la totalidad de las propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas, reológicas, tecnofuncionales y nutrimentales de una matriz alimentaria de diferente origen. La comprensión de dichas propiedades conlleva a la adquisición del conocimiento de los fundamentos de análisis y cálculos para obtener una composición química proximal que conlleve al diseño de una Tabla Nutrimental. Adicionalmente se incentivará a la búsqueda de los diferentes análisis instrumentales de caracterización y cuantificación de los diferentes componentes, materias primas y productos alimenticios como son cromatografía de gases y líquidos, calorimetría de barrido diferencial de barrido, microscopías electrónica de barrido y de transmisión, técnicas espectroscópicas, resonancia magnética nuclear, técnicas reológicas, técnicas volumétricas y espectroscópicas. Asimismo, esta materia ofrece al estudiante la adquisición de habilidades y/o desempeños que obtendrá tanto en el aula como en el laboratorio, a través de una serie de prácticas desarrolladas de acuerdo al conocimiento teórico adquirido. Por lo tanto, los conocimientos adquiridos en esta asignatura son fundamentalmente necesarios para las posteriores asignaturas de tecnologías de aprovechamiento integral de alimentos vegetales y animales mediante su conservación y procesamiento para la obtención de productos alimenticios de valor agregado.</p>
<p>Intención didáctica</p> <p>La materia de Química de Alimentos abarca siete unidades temáticas: agua, carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, composición químico proximal y tabla nutrimental y enzimas alimentarias. En cada una de ellas, se fomenta en el estudiante de la Carrera de Ingeniería Bioquímica la inquietud por la investigación, ya sea de aspecto documental a través de información científica especializada revisada en el aula y a través de la realización de prácticas de laboratorio, donde adquirirá las principales competencias genéricas en este campo. Durante el desarrollo de las sesiones de clase en el aula y en el laboratorio de las primeras cuatro unidades, el estudiante de química de</p>



alimentos podrá conocer y obtener desde la parte teórico-práctico, las habilidades y/o desempeños necesarios para el conocimiento, estructura y propiedades funcionales de las principales macromoléculas que conforman la composición básica de los alimentos el ámbito de la Ingeniería Bioquímica de acuerdo al perfil establecido en el plan de estudios.

En la unidad I: Agua. Se estudian las propiedades fisicoquímicas y químicas estructurales del agua, así como su interacción con otros componentes en una matriz alimentaria para explicar la distribución no uniforme del agua. Asimismo, se analizará la conformación de una isoterma de sorción, su obtención y aplicación práctica para conducir al concepto de actividad de agua y las tres zonas de adsorción del agua con los sólidos alimenticios que a su vez está relacionado con el Mapa de Estabilidad de los Alimentos. Complementando esta unidad se describirán brevemente los procesos de congelación-descongelación lenta y rápida y su efecto en las propiedades estructurales y nutricionales de los alimentos.

En la Unidad II: Carbohidratos. Esta unidad se estudia la estructura y propiedades químicas de los carbohidratos monosacáridos y azúcares reductores; descripción del enlace glucosídico y propiedad edulcorante como propiedad tecnofuncional de los monosacáridos y su implicación en las reacciones de oscurecimiento no enzimático: caramelización y Maillard. Finalmente, se describirán los oligosacáridos alimentarios, su estructura y propiedades tecnofuncionales o nutricionales. Finalmente, se versará en los diferentes polisacáridos de importancia tecnológica alimentaria, su estructura, propiedades tecnofuncionales y nutricionales.

En la Unidad III: Proteínas. Se estudia la estructura, propiedades químicas y carácter anfótero de los aminoácidos y proteínas, así como la formación de un enlace peptídico para conformar a las proteínas en su estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria, y la propiedad de punto isoeléctrico. Se explican los factores que causan la desnaturalización e hidrólisis de las proteínas, y sus efectos en la estructura. Así también, se describen las propiedades nutraceuticas de los péptidos y el valor nutritivo de las proteínas, así como las propiedades tecnofuncionales de las proteínas y su aplicación en la industria alimentaria. Al final de esta unidad se describen los nombres de las proteínas de diferente fuente alimentaria.

En la unidad IV: Lípidos. Esta unidad versa inicialmente en el aprendizaje de la clasificación de los lípidos, nomenclatura y estructura química. Asimismo, se estudian los diferentes procesos para la modificación de grasas y aceites en la industria alimentaria, los mecanismos por los cuales se deterioran los lípidos, y los diferentes análisis físicos y químicos por los cuales se evalúan los lípidos de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana. Finalmente estudia desde el punto de vista químico y nutricional los diferentes sistemas grasos que se encuentran en algunos alimentos.

En la unidad V: Vitaminas y Minerales. En esta unidad, inicialmente, se dará desde el punto de vista aplicativo nutricional del concepto de vitaminas. Posteriormente se analizarán las diferentes vitaminas hidrosolubles, y liposolubles, y se investigará el contenido de vitaminas en diferentes alimentos y su indispensabilidad en la dieta humana.



En la Unidad VI: Composición químico proximal y Tabla nutrimental. Se establecen los componentes que involucran un análisis químico proximal, así con los cálculos necesario para el reporte de la composición químico proximal en base húmeda y base seca. Posteriormente se describen los fundamentos de cada determinación del contenido de agua, cenizas, grasas, proteínas, carbohidratos digeribles y carbohidratos no digeribles (fibra cruda o fibra dietaria).

En la Unidad VII: Enzimas alimentarias. Se describe el concepto de enzimas y sus características generales, se estudia su nomenclatura y clasificación de acuerdo a la Comisión Internacional de Enzimas, y los factores que afectan la actividad catalítica. Se investigan y discuten las diferentes enzimas solubles en alimentos y su aplicación en la industria alimentaria.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Fecha: 8 -12 de Agosto del 2016.	Dra. María de los Ángeles Vivar Vera. Dra. Cecilia Eugenia Martínez Sánchez. Dra. Araceli Pérez Silva. M. en P. E. Rebeca Gloria Tejeda.	Por necesidades sociales, académicas y profesionales del entorno, se cambió el nombre de la asignatura de Bioquímica de Alimentos a Química de Alimentos. Se eliminó la última unidad "Química de Sistemas Alimentarios" y fue integrado en las unidades.
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec Fecha: 10-21 de Mayo 2021	Dra. María de los Ángeles Vivar Vera. Dra. Araceli Gallegos. Dra. Araceli Pérez Silva. M. en P. E. Rebeca Gloria Tejeda. Dra. Roselis Carmona García.	Se reorganizaron las unidades existentes y se actualizaron los subtemas, por lo que las 5 primeras unidades están enfocadas a los componentes principales: agua, carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales Asimismo, debido a la necesidad actual del conocimiento de la composición de los alimentos y tabla nutrimental, se incluyó como unidad 6 "Composición químico proximal y Tabla Nutrimental, para finalizar el programa con una 7ª unidad sobre Enzimas Alimentarias.



4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Comprende, interpreta, evalúa y analiza las propiedades químicas, fisicoquímicas, tecnofuncionales, nutricionales y de potencial funcional de los principales macrocomponentes y microcomponentes de una matriz alimentaria; y analiza el fundamento y cálculo para obtener la composición químico proximal de una materia prima o producto alimenticio de diferente origen para el diseño de una tabla nutrimental.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Identificación y análisis de las diferentes macromoléculas orgánicas y con función biológica enzimática desde el punto de vista químico orgánico y bioquímico. • Utiliza los conocimientos previos de fisicoquímica, bioquímica, química analítica, química orgánica, análisis instrumental, cinética química y biológica y matemáticas para su aplicación en química de alimentos. • Aplica las distintas técnicas analíticas previamente adquiridas sobre volumetría, espectrofotometría, potenciometría, turbidimetría y gravimetría para el análisis de los principales macrocomponentes y microcomponentes alimenticios.

6. Temario

Unidad	Tema	Subtemas
1	Agua	1.1 Propiedades fisicoquímicas y químicas del agua. 1.2 Composición y estructura general de una matriz alimentaria y distribución del agua en los alimentos. 1.3 Isotermas de sorción, elaboración y aplicación práctica. 1.4 Actividad de agua (A_w) y Mapa de Estabilidad de los Alimentos. 1.5 Hielo, congelación y descongelación rápida y lenta.
2	Carbohidratos	2.1 Propiedades químicas de los monosacáridos. 2.2 Azúcares reductores; enlace glucosídico, propiedad edulcorante. 2.3 Reacciones de oscurecimiento no enzimático: Caramelización y Maillard. 2.4 Oligosacáridos alimentarios, estructura y propiedades tecnofuncionales y nutricionales. 2.5 Polisacáridos alimentarios disponibles como fuentes de energía al organismo humano y no disponibles como fibra dietaria; estructura, propiedades tecnofuncionales y nutricionales.



3	Proteínas	3.1 Estructura química, carácter anfótero y tipos de los aminoácidos alimentarios. 3.2 Enlace peptídico, punto isoeléctrico de las proteínas y estructuras primaria, secundaria y terciaria. 3.3 Desnaturalización; hidrólisis de proteínas. 3.4 Valor nutracéutico de los péptidos. 3.5 Valor nutritivo de las proteínas. 3.6 Propiedades tecnofuncionales de los péptidos y proteínas y su aplicación en la industria alimentaria 3.7 Proteínas de alimentos: cereales, leguminosas, leche, huevo.
4	Lípidos	4.1 Estructura química, propiedades fisicoquímicas, de los ácidos grasos y lípidos alimentarios 4.2 Reacciones de deterioro de los lípidos en alimentos: autooxidación lipídica y rancidez hidrolítica. 4.3. Modificación de grasas y aceites. 4.4 Procesos de extracción de aceites. 4.5 Análisis fisicoquímicos de aceites y grasas comerciales.
5	Vitaminas y Minerales	5.1 Estructura de las vitaminas hidrosolubles y liposolubles, así como listado de minerales de importancia nutrimental; límites mínimos y máximos permitidos de su consumo e impacto en la salud humana. 5.2 Cambios en el contenido de vitaminas ocasionados por procesos de conservación y transformación de alimentos. 5.3 Vías para aumentar el valor nutritivo de los productos alimenticios por fortificación y suplementación de vitaminas o minerales.
6	Composición Químico Proximal y Tabla Nutrimental	6.1 Fundamentos de la determinación del contenido de agua, cenizas, grasas, proteínas, fibra cruda y fibra dietaria. 6.2 Tabla de composición químico proximal en base húmeda y seca. 6.3 Diseño de una Tabla Nutrimental
7	Enzimas alimentarias	7.1 Definición, características y factores que afectan su actividad enzimática. 7.2 Clasificación de las enzimas y su aplicación en procesos de transformación alimentaria y como índices de calidad en alimentos.



7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Agua	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>• Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Comprende la estructura química del agua en relación sus propiedades fisico-químicas y físicas.• Analiza la influencia del agua en las propiedades de un alimento.• Conceptualiza la actividad de agua aplicada a los alimentos.• Comprende textos técnico-científicos en idioma inglés relacionados al tema de agua y actividad de agua de los alimentos.• Evalúa el concepto y características de la congelación como método de conservación de los alimentos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis de información bibliográfica de diferentes fuentes.• Habilidad para buscar y analizar información bibliográfica de un idioma diferente al de origen. diversas.• Capacidad de detección y solución de problemas.• Capacidad de trabajo en equipo.• Habilidades de investigación	<ul style="list-style-type: none">• Realizar una revisión bibliográfica sobre la estructura química del agua y discutir en clase de forma grupal la relación que existe con sus propiedades físicas y fisico-químicas.• Discutir los cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad de agua.• Realizar una investigación documental y discutir la relación actividad de agua y la estabilidad de los alimentos.• Búsqueda y análisis de artículos científicos en idioma inglés sobre el contenido de agua, actividad de agua, la interacción con componentes de un alimento y su influencia en las características de un alimento• Realizar un mapa conceptual de los fundamentos del proceso de congelación-descongelación de los alimentos y la influencia en sus propiedades químicas y fisicoquímicas.
2. Carbohidratos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Conceptualiza a los carbohidratos como componentes de los alimentos que influyen en sus propiedades químicas, físicas y nutricionales.• Comprende la estructura de los monosacáridos, relación con sus diferentes propiedades químicas.	<ul style="list-style-type: none">• Estudiar la clasificación de los carbohidratos en base a sus diferentes propiedades y ubicarlos como componentes de los alimentos naturales• Identificar la estructura de los monosacáridos y relacionarla con sus propiedades químicas.• Investigar el método de obtención de oligosacáridos y polisacáridos utilizados en la industria alimentaria.



<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla el razonamiento de la estructura de los oligosacáridos y polisacáridos en relación con sus propiedades químicas. • Evalúa el método de obtención de oligosacáridos y polisacáridos con aplicación en la industria alimentaria. • Analiza y comprender las propiedades funcionales y nutricionales de los oligosacáridos y polisacáridos, y su aplicación en la industria alimentaria. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para buscar y analizar información de fuentes diversas. • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Habilidad de leer y comprender un texto en inglés de carácter técnico-científico. • Solución de problemas. • Capacidad de trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar la estructura y propiedades químicas de los oligosacáridos y polisacáridos. • Realizar una investigación documental sobre la utilización de diferentes hidratos de carbono. • Relacionar mediante un cuadro sinóptico oligosacáridos y polisacáridos, sus propiedades funcionales y su aplicación en la industria alimentaria.
<p>3. Proteínas</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica a los aminoácidos como componentes de las proteínas cuya estructura química influye en las propiedades de una proteína. • Analiza la estructura básica y tridimensional de las proteínas en relación con sus procesos de modificación estructural. • Conceptualiza las propiedades tecnofuncionales de las proteínas en función de su estructura química y su aplicación en la industria alimentaria. • Analiza el valor nutritivo de las proteínas y sus métodos de evaluación. • Aplica los conocimientos básicos de las proteínas en relación con diferentes sistemas proteínicos alimentarios. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para buscar y analizar información de fuentes diversas. • Capacidad de análisis y síntesis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar la estructura de los aminoácidos y proteínas en relación a sus propiedades. • Estudiar y la desnaturalización de proteínas. • Realizar cuadro sinóptico de las diferentes propiedades tecnofuncionales de proteínas y su aplicación en la industria alimentaria. • Investigar los parámetros que determinan el valor nutritivo de las proteínas. • Explicar en plenaria las propiedades de las proteínas de los principales sistemas alimenticios.



<ul style="list-style-type: none">• Capacidad de organizar y planificar.• Solución de problemas.• Capacidad de trabajo en equipo.•	
4.Lipidos	
• Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Comprende la estructura de los lípidos en relación a sus propiedades fisicoquímicas.• Evalúa las propiedades fisicoquímicas de los lípidos y las técnicas de análisis de acuerdo a su fundamento.• Analiza los procesos de modificación aplicados a las grasas y aceites a nivel industrial.• Analiza los diferentes mecanismos de deterioro de los lípidos para controlar los procesos de alimentos lipídicos a nivel culinario e industrial <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Habilidad para buscar y analizar información de fuentes diversas.• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de organizar y planificar.• Habilidad de leer y comprender un texto en inglés de carácter técnico-científico.• Solución de problemas.• Capacidad de trabajo en equipo.	<ul style="list-style-type: none">• Comprender y explicar la estructura química de ácidos grasos y lípidos en relación a sus propiedades fisicoquímicas.• Investigar y exponer en plenaria diagramas de flujo de las diferentes vías con reacciones de deterioro que sufren los lípidos alimentarios.• Diseñar un cuadro sinóptico que explique el proceso de extracción general de los aceites.• Determinar mediante una investigación bibliográfica los principales análisis fisicoquímicos de los lípidos alimentarios de acuerdo a la NOM.• Elaborar un mapa conceptual sobre los procesos de modificación, tipos de grasas y aceites y ventajas obtenidas.
5. Vitaminas y minerales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Analiza la estructura de las vitaminas y minerales en relación a sus propiedades.• Conceptualiza la importancia de las vitaminas en la nutrición humana y su impacto en la salud en relación a los límites máximos permitidos de consumo en niños y adultos.• Investiga la influencia de los procesos de conservación y transformación de alimentos en el contenido de vitaminas y minerales de los alimentos.• Comprende las diferencias en los términos de fortificación y	<ul style="list-style-type: none">• Analizar la estructura química y las propiedades de acción de las vitaminas hidrosolubles y liposolubles en la nutrición humana.• Investigar en diversas fuentes bibliográficas y páginas oficiales los límites mínimos y máximos permitidos del consumo de vitaminas y minerales en niños y adultos.• Cambios en el contenido de vitaminas ocasionados por procesos de conservación y transformación de alimentos.• Estudiar las diferentes vías para aumentar el valor nutritivo de los productos alimenticios con la fortificación y suplementación de vitaminas o minerales.



<p>suplementación de vitaminas y minerales en los productos alimenticios.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para buscar y analizar información de fuentes diversas. • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Habilidad de extraer información para su aplicación de forma práctica. 	
6. Análisis químico proximal y Tabla Nutricional	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprende los fundamentos de análisis de los principales componentes para incluirlos dentro de un Análisis Químico Proximal. • Analiza los cálculos para organizar una Tabla de Composición Químico Proximal en base húmeda y seca. • Diseña una Tabla Nutricional en base a una tabla de composición químico proximal. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para buscar y analizar información de fuentes diversas. • Capacidad de organizar y planificar. • Capacidad de análisis matemático, organización y síntesis de datos. • Capacidad de análisis crítico de datos e información. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los fundamentos de análisis químico proximal que involucra los componentes alimenticios básicos: agua, minerales (cenizas), grasas, proteínas, fibra cruda y fibra dietaria. • Realizar cálculos en base húmeda y base seca para obtener una tabla de composición químico proximal. • Diseñar una Tabla Nutricional a partir de la tabla de composición químico proximal incluyendo el contenido energético. • Comparar y analizar diferentes Tablas Nutrimientales de productos alimenticios comerciales.
7. Enzimas alimentarias	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar y comprender el mecanismo de funcionamiento de las enzimas, nomenclatura y clasificación. • Comprender la función de las enzimas y su aplicación en la industria alimentaria. • Evaluar las ventajas y desventajas de la obtención y aplicación de las enzimas solubles y las inmovilizadas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para buscar y analizar 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en diversas fuentes bibliográficas la clasificación y nomenclatura de las enzimas. • Explicar los distintos las diferentes aplicaciones de las enzimas alimentarias en procesos de transformación de tecnología de alimentos, como índices de calidad y en análisis de alimentos • Traducir y comprender un texto científico en idioma inglés relacionado a las enzimas alimentarias a partir de la cual refuerce el conocimiento de sus características, fuente



<p>información de fuentes diversas.</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de organizar información.• Capacidad de análisis y síntesis.• Habilidad de leer y comprender un texto en inglés de carácter técnico-científico.• Solución de problemas.	<p>de obtención y aplicación.</p>
--	-----------------------------------

8. Prácticas

Tema	Práctica	Descripción
1	1	Determinación del contenido de agua en alimentos regionales por método gravimétrico.
2	1	Características y propiedades funcionales del almidón y pectinas comerciales.
3	1	Propiedades funcionales de las proteínas.
4	1	Caracterización parcial de aceites y grasas.
5	1	Determinación de minerales cuantificados como cenizas.
6	1	Investigación documental de Tablas Nutrimientales de diferentes productos comerciales.
7	1	Identificación de la enzima polifenoloxidasasa en frutas y vegetales.

10. Evaluación por competencias

- Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar: participación en clase, investigación bibliográfica, comprensión de artículos científicos, mapas conceptuales o mentales, cuadros comparativos, reportes de prácticas, portafolio de evidencias, entre otros. Para verificar el nivel del logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar: examen, rúbricas, listas de cotejo, listas de verificación y guías de observación.

11. Fuentes de información

1. Akoh C.C & Min D.B. 2008. Food Lipids, Chemistry, Nutrition, and Biotechnology, Third Edition. CRC Press. USA.
2. Alistair M. Stephen, Glyn O. Phillips and Peter A. Williams. 2006. Functional Food Carbohydrates. CRC Press .USA.



3. Andersen, O.M., Markham, K.R. 2006. Flavonoids Chemistry, Biochemistry and Applications. CRC Press. USA.
4. AOAC. 2012. Official Methods of Analysis. Ed. Association of Official Analytical Chemist. USA.
5. Badui D. S. 2006. Química de los Alimentos. Cuarta edición. Edit. Person. México.
6. Ball, G.F.M. 2006. Vitamins In Foods Analysis, Bioavailability, and Stability . CRC Press. USA.
7. Belitz, H. D. 1989. Química de los Alimentos. Cuarta edición. Edit. Pearson. México.
8. Cheftel J.C. & Cheftel H. 1989. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Vol. I y II. Edit. Acribia. ESPAÑA.
9. Cheftel, J.C., Cuq, J.L., Lorient, D. 1989. Proteínas Alimentarias. Edit Acribia. España.
10. Ching Kuang Chow. 2008. Fatty Acids in Foods and their Health Implications Third Edition. CRC Press .USA.
11. Costas G. Biliaderis, Izydorczyk M.S. (2007). Functional Food Carbohydrates. CRC Press. USA.
12. Damodaran Srinivasan , Parkin K.L. & Fennema, O. R. (2008). Fennema's Food Chemistry Fourth Edition. CRC Press. USA.
13. Da-Wen Sun. (2007). Computational Fluid Dynamics in Food Processing. CRC Press .USA.
14. Eliasson A-C. (2006). Carbohydrates in Food Second Edition. CRC Press. USA.
15. Fennema, O.R. (1996). Food Chemistry. Edit. Marcel Dekker Inc. USA.
16. Gunstone F.D. (2007). Modifying Lipids for Use in Food . CRS Press . USA.
17. Gunstone F.D., Harwood, J.L., Dijkstra A: J. 2007. The Lipid Handbook with CD-ROM Third Edition. CRC Press. USA.
18. Heldman D.R., Lund D.B.. (2007). Handbook of Food Engineering Second Edition. CRC Press. USA.
19. Izquierdo, R. M. (2001). Ingeniería Genética y Transferencia Génica. Ediciones Pirámide. España. 340 p
20. Leef, A. (1990). BASIC FOOD CHEMISTRY. Edit. AVY Publishing. USA.
21. Marsili, R. (2007). Sensory-Directed Flavor Analysis. CRC Press. USA.
22. Muñoz E. (2001). Biotecnología y Sociedad. Cambridge University Press. España. 173 p
23. Nollet, L. M. L. (1996). Handbook of Food Analysis. Volume 1, 2. Marcel Dekker. USA.
24. Park, Y. W. (1996). Determination of Moisture & Ash Contents of Food. In: Handbook of Analysis. Vol. 1. Physical Characterization and Nutrient Analysis. Ed. Mollet, L. M. L. Marcel Dekker. USA. Pp. 59-71.
25. Pedrero, D.L. (1991). EVALUACION SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS, METODOS ANALITICOS. Edit. Alhambra, MEXICO.
26. Robert B. R., Janos Zemleni, John W. S. Donald B. M. 2007 Handbook of Vitamins. CRC Press. USA.
27. Ronald R. Eitenmiller , Lin Ye , W.O. Landen , Jr . (2008). Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences Second Edition . CRC Press .USA.
28. Santos-Moreno, A. (1995). Química y Bioquímica de Alimentos. Edit. Universidad Autónoma Chapingo. MEXICO.
29. Secretaría de Economía. (2008). Diagnóstico y Prospectiva de la Nanotecnología en México. Vol I y II. Centro de Investigación en Materiales Avanzados.



30. Shahidi F. (2006). *Nutraceutical and Specialty Lipids and their Co-Products*. CRC Press. USA.
31. Sikorski Z.E. (2007). *Chemical and Functional Properties of Food Components Third Edition*. CRC Press . USA.
32. Socaciu C. (2008). *Food Colorants Chemical and Functional Properties*. CRC Press. USA.
33. Szefer, P., Nriagu J.O. (2007). *Mineral Components in Foods*. CRC Press. USA.
34. Welti, C. J. y Vergara, B.F. (1997). *Actividad de Agua. Concepto y Aplicación en Alimentos con Alto contenido de Humedad*. En: *Temas en Tecnología de Alimentos*. Vol. 1. Ed. Aguilera, J. M. CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto Politécnico Nacional. Pp- 11-43.
35. Weselake, R.J. (2008). *Teaching Innovations in Lipid Science*. CRC Press. USA.
36. Whitaker, J. R. (1990). *Principles of Enzymology for the Food Sciences*. CRC Press. USA. 160 p.

Artículos Científicos:

1. Al-Muhtaseb, A. H., McMinn, W.A.M, Magee, T.R.A. (2002). *Moisture sorption isotherm characteristics of food products: a review*. *Trans IChemE*. 8:C.118-127.
2. Bet-Hall, M., Mertenst, D. (2017). *A 100-year Review: Carbohydrate-characterization, digestion and utilization*. *Journal Dairy Science*. 100:10078-10093.
3. Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). *Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review*. *Food Chemistry*, 124(2), 411-421.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. (2003). *Food Energy-methods of analysis and conversion factors*. FAO Food and Nutrition Paper 77. P-p.1-87.
5. Hoang N. Nguyen, Pag-asa D. Gaspillo, Julius B. Maridable, Roberto Malaluan, Hirofumi Hinode, Chris Salimc, Ha K.P. Huynh. (2011). *Extraction of oil from Moringa oleifera kernels using supercritical carbon dioxide with ethanol for pretreatment: Optimization of the extraction process*. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. 50:1207– 1213.
6. Kang, J., Guo, Q., Phillips, G. O., & Cui, S. W. (2014). *Understanding the structure–emulsification relationship of gum ghatti—A review of recent advances*. *Food Hydrocolloids*, 42, 187-195.
7. Laroche, C., Fine, F., & Gervais, P. (2005). *Water activity affects heat resistance of microorganisms in food powders*. *International journal of food microbiology*, 97(3), 307-315.
8. Lei Z., Wei L., , Zhiqiang X., Liqiang Z., Junping L., Junzhen Z., Jun C. (2016). *Effect of ultrasound combined with malic acid on the activity and conformation of mushroom (Agaricus bisporus) polyphenoloxidase*. *Enzyme and Microbial Technology*. 90: 61–68.
9. Lewicki, P. P. (2004). *Water as the determinant of food engineering properties. A review*. *Journal of food engineering*, 61(4), 483-495.
10. Magri, Anna; Petriccione, Milena; Cerqueira, Miguel A.; Gutiérrez, Tomy J. (2020). *Self-assembled lipids for food applications: A review*. *Advances in Colloid and Interface Science*. 285:102279.
11. Mathlouthi, M. (2001). *Water content, water activity, water structure and the stability of foodstuffs*. *Food Control*. 12:409-417.



12. Meireles, A., Borges, A., Giaouris, E., Simões, M. (2016). The current knowledge on the application of anti-biofilm enzymes in the food industry-Review. *Food Research International* 86: 140–146.
13. Meyner, A., Genot, C. (2017). Molecular and structural organization of lipids in foods: their fate during digestion and impact in nutrition. *OCL-Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*. 24(2):2-12.
14. Sandulachi E. (2012). Water Activity concept and its role in food preservation.
15. Santosa, F. T., Goufob, P., Santosb, C., Botelhoc, D., Fonseca, J., Queirósc, A., Costaa, M.S.S.M., Trindadeb, H. (2016). Comparison of five agro-industrial waste-based composts as growing media for lettuce: Effect on yield, phenolic compounds and vitamin C. *Food Chemistry*. 15: 293–301.
16. Sorgentini, D. A., & Wagner, J. R. (2002). Comparative study of foaming properties of whey and isolate soybean proteins. *Food Research International*, 35(8), 721-729.
17. Thorsteinn L., Biljana I., Gudrun M. A., Orri T. O., Einar S. (2016). Fatty acids from marine lipids: biological activity, formulation and stability. A review. *Journal Drug Delivery Science and Technology*. Accepted manuscript. doi:10.1016/j.jddst.2016.03.007.
18. Wani, I. A., Sogi, D. S., Shivhare, U. S., & Gill, B. S. (2015). Physico-chemical and functional properties of native and hydrolyzed kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein isolates. *Food Research International*, 76, 11-18.
19. Xia, Q., Tao, H., Huang, P., Wang, L., Mei, J., Li Y. (2017). Minerals in vitro bioaccessibility and changes in textural and structural characteristics of uncooked pre-germinated brown rice influenced by ultra-high pressure. *Food Control* 71: 336-345.

Páginas electrónicas

1. <https://www.food-safety.com/articles/4420-water-activitye28099s-role-in-food-safety-and-quality>
2. <https://www.nhs.uk/conditions/vitamins-and-minerals/vitamin-d/>
3. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5233537&fecha=13/02/2012