

Los alimentos funcionales:

**UN NUEVO RETO PARA LA INDUSTRIA DE
ALIMENTOS**

Los alimentos funcionales:

UN NUEVO RETO PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS



Dr. Gustavo Adolfo González-Aguilar
*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal*



Dr. Aarón Fernando González-Córdova
*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal*



Dr. Emilio Álvarez-Parrilla
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez



Dr. Hugo Sergio García Galindo
*Instituto Tecnológico de Veracruz
Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos*



Dra. Belinda Vallejo-Cordoba
*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal*



AGT Editor, S. A.

Dr. Gustavo Adolfo González-Aguilar

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal*

Dr. Aarón Fernando González-Córdova

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal*

Dr. Emilio Álvarez-Parrilla

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Dr. Hugo Sergio García Galindo

*Instituto Tecnológico de Veracruz
Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos*

Dra. Belinda Vallejo-Cordoba

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal*

La presentación y arreglo en conjunto de LOS ALIMENTOS FUNCIONALES: UN NUEVO RETO PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS, son propiedad del editor.

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o medio electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier método para recuperar y almacenar información), sin la autorización por escrito del editor.

Derechos reservados

© 2014, AGT Editor, S. A.

Progreso 202 - Planta Alta. Col. Escandón

México, 11800, D. F.

Primera edición, Mayo 2014

ISBN: 978-607-7551-37-9

Impreso en México

Printed and made in Mexico

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)

Agradecemos el apoyo institucional recibido por las autoridades del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., que fue fundamental para culminar la edición e impresión de esta obra.

Nuestra mayor gratitud a todos y cada uno de los autores de los capítulos que aceptaron el reto de participar y cumplir en tiempo y forma la entrega de sus manuscritos que conforman la presente obra. El trabajo decidido y tiempo invertido de cada uno, fue clave para la culminación de los trabajos.

De particular importancia, agradecer el trabajo de nuestros estudiantes de posgrado y personal de apoyo técnico, por el reto que asumieron junto con nosotros. Juntos iniciamos esta aventura con entusiasmo y mucha dedicación, participando en todo el proceso y en algunos trabajos relacionados a la conformación del libro. Siempre recordamos que todo comenzó en el 2012, con los alumnos de la clase de “Alimentos Funcionales” con la organización de un mini-simposio en la temática, lo que sentó las bases de todo lo que hoy estamos haciendo, participando en la difusión y divulgación de esta importante temática en México.

Finalmente y no menos importante, agradecemos a nuestras familias, por las horas de espera que implicó el no haber estado con ellos, para dedicar un tiempo significativo para culminar las múltiples actividades que conllevó todo el proceso de este libro. La culminación de esta obra ha sido esfuerzo de muchos actores, que con fe y dedicación apostaron por este proyecto que hoy es una realidad.

Los Editores

El tema de alimentación saludable, ha propiciado a nivel mundial el diseño y desarrollo de nuevos alimentos a partir de diferentes fuentes alimenticias, cuyo objetivo principal ha sido aumentar la ingesta de ingredientes con actividad biológica, que tengan un beneficio en la salud del consumidor.

La aparición de nuevos alimentos milagrosos, dirigidos a ciertos sectores de la población, y otros con distintas connotaciones curativas, nos abre una ventana para que expertos en el área de alimentos funcionales y nutracéuticos, se den a la tarea de informar con veracidad a la población en general, sobre los posibles beneficios que tienen estos nuevos alimentos, que son diseñados para mejorar algunas funciones biológicas en el organismo. Es por ello que diferentes grupos en todo el mundo se han centrado en el tema de alimentos funcionales. En particular, desde hace 4 años un grupo de científicos del Noroeste de México estableció distintas estrategias para dar a conocer a estudiantes, profesionistas, procesadores de alimentos y público en general, a través de jornadas, cursos, seminarios y congresos, información certera sobre la tendencia de alimentos funcionales y nutracéuticos y su papel en la alimentación de la población mundial.

El trabajo coordinado del grupo de connotados científicos, expertos en el tema central dio como resultado esta obra que ahora presentamos. Todo inició en 2012 con la edición de la primera jornada científica de "Alimentos Funcionales: desarrollo de nuevos productos para una alimentación saludable", misma que fue realizada en las instalaciones del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) en Hermosillo, Sonora en el mes de Septiembre. Nuestra expectativa de este evento fue totalmente superada al tener un auditorio totalmente lleno de estudiantes, académicos y empresarios, ávidos de conocer información al respecto del tema.

La primera jornada también trajo consigo, la conformación de un grupo de trabajo con investigadores de diferentes centros de investigación y universidades nacionales, entre ellos: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Universidad de Sonora, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto Tecnológico de Veracruz, Centro de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional, Instituto Tecnológico de Sonora, Universidad Autónoma de Sinaloa y el CIAD, con representación de su unidad central en Hermosillo, Sonora y de sus coordinaciones regionales de Culiacán, Sinaloa y Cuauhtémoc, Chihuahua. Como producto académico de nuestra reunión de trabajo, surgió la inquietud de diseñar los contenidos para la conformación de una obra científica escrita en idioma español sobre alimentos funcionales, que abordara la temática en forma didáctica, pero cuidando celosamente la profundidad suficiente en cada uno de los temas a desarrollar por los expertos de cada área en particular.

Con este claro objetivo, durante el 2013 y parte del 2014, un grupo conformado por los Doctores Gustavo Adolfo González Aguilar, Aarón Fernando González Córdova, Belinda Vallejo Cordoba, Emilio Álvarez Parrilla y Hugo Sergio García Galindo, nos dimos a la tarea de conformar la obra, buscar a cada uno de los autores según su experiencia en la temática, y finalmente hacer la edición de cada una de las partes que conforman el presente libro "Alimentos Funcionales: un nuevo reto para la industria de alimentos".

No nos hemos detenido en nuestra constante labor de dar a conocer los avances en el tema de alimentos funcionales, pues consideramos que éste se encuentra en constante avance y desarrollo. Gracias al apoyo decidido de la Coordinación Regional Culiacán de CIAD y de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en el 2013 se realizaron las jornadas internacionales "Alimentos Funcionales y Nutracéuticos: caracterización de alimentos funcionales y el de-

sarrollo de nuevos productos para una alimentación saludable”, en Culiacán, Sinaloa. Los resultados fueron por demás satisfactorios, lo que nos ha hecho refrendar el compromiso para seguir difundiendo información novedosa en el tema.

Ahora, en la antesala del primer Congreso Internacional de Alimentos Funcionales y Nutraceuticos, organizado por el ITESM, Campus Monterrey y el CIAD Hermosillo, entregamos el fruto del trabajo conjunto, continuo y constante de quienes nos involucramos en la idea, conformación y cristalización de la presente obra. Nuestro mayor reconocimiento a cada uno de los y las colegas, que escribieron cuidadosamente cada capítulo y a sus instituciones. Esta obra no hubiera sido posible sin el apoyo institucional del CIAD Hermosillo, a través de la Dirección General a cargo del Dr. Pablo Wong González, la Coordinación de Investigación y del Comité Interno Científico Editorial de Publicaciones.

A todos ustedes, muchas gracias.

Por los Editores:
Dr. Aarón Fernando González-Córdova
Dr. Gustavo Adolfo González-Aguilar

Capítulo 1.

Alimentación saludable y funcional	1
Resumen	2
Introducción	3
Alimentos funcionales (AF) y nutraceuticos (NC)	5
Estilo de vida saludable y conducta alimentaria	11
Transición epidemiológica y alimentación funcional	16
Fisiología nutricional e implicaciones en la alimentación funcional	19
Los suplementos alimenticios: Mitos y realidades	21
Consideraciones antropológicas en el desarrollo de AF y NC	24
Tendencias a futuro en dietética funcional	27
Conclusión	28
Referencias	29

Capítulo 2.

Los alimentos e ingredientes funcionales	37
Resumen	38
Introducción	38
¿Qué deben de aportar los alimentos funcionales?	40
Principales sectores de la población a quien van dirigidos los alimentos funcionales	42
Los vegetales, cereales y leguminosas como alimentos funcionales	43
Los productos cárnicos y lácteos como alimentos funcionales	49
Componentes e ingredientes funcionales de naturaleza proteica	50
Componentes e ingredientes funcionales de naturaleza lipídica	53
Otros componentes e ingredientes funcionales	56
Los productos marinos como alimentos funcionales	56
Las bebidas funcionales a base de frutas, hortalizas y cereales	58
Otros	59
Conclusión	60
Referencias	61

Capítulo 3.

Compuestos bioactivos como ingredientes en alimentos funcionales	65
Resumen	66
Introducción	66
Vitaminas y minerales	71
Carotenoides	73
Fitoesteroles, tocoferoles y tocotrienoles	77
Compuestos fenólicos	79
Acidos grasos mono/polí insaturados	85
Glucosinolatos	88
Oligosacáridos	90
Péptidos	91

Seleno-Compuestos	94
Conclusión	95
Referencias	96

Capítulo 4.

Ingredientes bioactivos a partir de subproductos agrícolas

para el desarrollo de alimentos funcionales	105
Resumen	106
Introducción	106
Alimentos vegetales y sus subproductos.	107
¿Qué ingredientes funcionales se están obteniendo a partir de tejidos vegetales?	110
Utilización de ingredientes funcionales de origen vegetal para las formulaciones de alimentos funcionales	117
Conclusión	120
Referencias	121

Capítulo 5.

Péptidos bioactivos derivados de proteínas alimentarias.

Resumen	127
Origen	128
Formación	129
Actividad antihipertensiva	131
Actividad opioide	134
Actividad antitrombótica	135
Actividad acarreadora de minerales	136
Actividad antiviral	138
Actividad antimicrobiana	140
Actividad inmunomoduladora	142
Conclusión	143
Referencias	145

Capítulo 6.

Potencial anticancerígeno de bacterias probióticas: actividad antiaflatoxigénica. . .

Resumen	154
Introducción	154
Estrategias para la destoxificación e inactivación de las aflatoxinas.	156
Bacterias probióticas y xenobióticos - actividad antiaflatoxigénica	160
Estudios <i>in vitro</i> y posibles mecanismos asociados	161
Estudios <i>in vivo</i>	162
Conclusiones y tendencias futuras	168
Referencias	169

Capítulo 7.

Fibra antioxidante

Resumen	174
Introducción	175
Fibra dietética y fracción indigestible de los alimentos	176
Compuestos bioactivos asociados a la fibra dietética	180
Biodisponibilidad de compuestos bioactivos	184
Concepto de fibra antioxidante	186

Fuentes de fibra antioxidante	186
Efectos saludables de la fibra antioxidante	187
Fibra antioxidante como ingrediente funcional	191
Tendencias futuras	192
Conclusiones	192
Referencias	194
Capítulo 8.	
Alimentos lácteos funcionales	199
Resumen	200
Principales fuentes y factores que influyen en su composición	203
Productos lácteos y contribución a la dieta saludable	205
Diseño y desarrollo de productos lácteos funcionales. Principios activos	207
Productos lácteos y péptidos con actividad biológica	209
Mecanismos y modo de acción de los péptidos	212
Conclusión	219
Referencias	220
Capítulo 9.	
Beneficios potenciales del consumo de carbohidratos prebióticos	223
Resumen	224
Introducción	225
Prebióticos: definición actual y clasificación	225
Beneficios de los prebióticos sobre la salud	226
Prebióticos en la prevención de enfermedades	232
Obtención de los principales polisacáridos y oligosacáridos con potencial prebiótico	238
Obtención de fructanos	238
Aplicaciones de los prebióticos en alimentos	243
Tendencias futuras en el uso de prebióticos	245
Conclusión	246
Referencias	247
Capítulo 10.	
Probióticos: Principios y aplicaciones prácticas	251
Resumen	252
Definición de Probióticos	253
Mecanismos de acción probiótica	254
Actividad enzimática intraluminal	256
Competencia por nutrientes y sitios de adhesión a la mucosa	257
Producción de sustancias bactericidas o bacteriostáticas	261
Interacción de probióticos con el sistema inmune	264
Otros mecanismos de acción probiótica	267
Selección de probióticos	268
Criterios de Seguridad	268
Criterios de Funcionalidad	271
Criterios Tecnológicos	273
Principales microorganismos utilizados como probióticos	276
Microbiota del tracto gastrointestinal, e interacciones con el huésped	278
Funciones de la microbiota intestinal	282
Producción industrial de alimentos con probióticos	282

LAB en fermentación de alimentos	282
Cultivos iniciadores	284
Preparaciones de alimentos probióticos	284
Conclusiones y recomendaciones	285
Referencias	287
Capítulo 11.	
Bebidas funcionales	293
Resumen	294
Introducción	294
Zumos de frutas y vegetales	296
Frutos cítricos	297
Frutos rojos	298
Otros frutos	298
Vegetales	299
Infusiones de hojas, tallos y raíces	300
Bebidas lácteas	301
Bebidas a base de soja	304
Bebidas mixtas	306
Bebidas energéticas, estimulantes y tranquilizantes	308
Otros componentes utilizados para la elaboración de bebidas funcionales	309
Conclusiones	313
Referencias	314
Capítulo 12.	
Alimentos funcionales cárnicos	325
Resumen	326
Introducción	326
La carne y los productos cárnicos como alimentos funcionales	328
Cárnicos enriquecidos con fibra	329
Cárnicos enriquecidos con ácidos omega-3	334
Cárnicos con antioxidantes de origen natural	336
Cárnicos con péptidos con actividad biológica	341
Cárnicos con probióticos	346
Microorganismos en productos cárnicos	347
Minerales en productos cárnicos	348
Conclusiones	350
Referencias	351
Capítulo 13.	
Alimentos funcionales de origen acuático	359
Resumen	360
Introducción	360
¿Son los alimentos acuáticos funcionales?	361
Composición química de productos alimenticios de origen acuático (PAOA) (peces, crustáceos, moluscos y otros)	362
Contribución de los PAAO en la dieta saludable	364
Biofuncionalidad de componentes de productos alimenticios de origen acuático	365
Compuestos proteicos biofuncionales de origen marino	365
Lípidos marinos biofuncionales	367

Carbohidratos biofuncionales de origen marino	368
Otros compuestos biofuncionales	369
Perspectivas de alimentos funcionales de origen acuático	371
Referencias	372
Capítulo 14.	
Almidón resistente y de digestión lenta como alimento funcional.	377
Resumen	378
Introducción	379
Aspectos nutricionales	379
Digestión del almidón.	387
Almidón resistente (AR)	394
Relación entre estructura y digestibilidad del almidón	405
Tendencias futuras	407
Conclusiones	407
Referencias	409
Capítulo 15.	
Alimentos funcionales con alto contenido de carbohidratos indigestibles	413
Resumen	414
Introducción	415
Fibra dietética (FD)	415
Polisacáridos semi-sintéticos y sintéticos	430
Polisacáridos microbianos.	432
Oligosacáridos	433
Fermentación por la microbiota	438
Ácidos grasos de cadena corta	439
Efecto de los carbohidratos indigestibles en el colon	441
Carbohidratos funcionales y sistema inmune	443
Tendencias futuras	444
Conclusiones	444
Referencias	446
Capítulo 16.	
El frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) como alimento funcional.	453
Resumen	454
Introducción	454
Importancia económica del frijol en México.	455
Variedades y valor nutritivo del frijol en México	457
Estructura del grano	457
Fitoquímica del frijol	457
Fibra dietaria y almidón resistente en frijol	465
Otros tipos de fitoquímicos presentes en el frijol común	467
Tendencias futuras	468
Conclusiones	468
Referencias	469
Capítulo 17.	
Lípidos funcionales de origen vegetal.	475
Resumen	476
Introducción	476

Compuestos lipídicos de origen vegetal con propiedades funcionales	478
Características químicas y propiedades funcionales de los tocoles	487
Características químicas y propiedades funcionales de los fitoesteroles	490
Otros componentes nutraceuticos	493
Aceites vegetales con propiedades funcionales o nutraceuticas	495
Conclusiones y tendencias futuras	500
Agradecimientos	502
Referencias	503
Capítulo 18.	
Lípidos funcionales de origen animal	509
Resumen	510
Introducción	511
Principales productos animales como fuentes de lípidos funcionales	511
Ácidos grasos ω -3 como nutraceuticos	516
Ácidos grasos ω -6 como nutraceuticos	521
Ácidos grasos de cadena corta (SCFA)	526
Aceite de krill	528
Referencias	529
Capítulo 19.	
Desarrollo de productos alimenticios funcionales.	535
Resumen	536
Identificación de las principales fuentes	536
Materias primas para la elaboración de alimentos funcionales	537
Transformación y conservación de la materia prima	538
Desafíos tecnológicos para la industria alimentaria.	540
Alimentos funcionales: Formulación y diseño, ingredientes nutraceuticos y consideraciones generales	541
Consideraciones para el diseño de productos funcionales.	545
Alimentos de diseño	546
Efecto del procesamiento de alimentos sobre los compuestos bioactivos	548
Referencias.	551
Capítulo 20.	
Innovación y diseño de alimentos funcionales	557
Resumen	558
Introducción	558
Mercado para alimentos funcionales	559
Necesidad del consumo de alimentos saludables como marcador de tendencias	561
Perspectivas de desarrollo de alimentos funcionales.	563
Desarrollo tecnológico de alimentos funcionales.	567
Conclusiones	571
Referencias	572
Capítulo 21.	
Evaluación biológica de alimentos funcionales	575
Resumen	576
Introducción	576
Cultivos y tejidos celulares	578
Estudios en animales	580

Estudios en humanos	580
Estudio de las propiedades de un alimento funcional.	581
Actividad antioxidante como propiedad funcional de los alimentos	582
Evaluación de la actividad antioxidante <i>in vivo</i>	582
Antioxidantes dietarios y control de enfermedades crónico degenerativas: estudios <i>in vivo</i>	586
Conclusiones	591
Referencias	592

Capítulo 22.

Alimentos transgénicos funcionales	599
Resumen	600
Introducción	601
Mejoramiento vegetal tradicional	602
Ingeniería genética vegetal	603
Principales métodos para la modificación genética en plantas	606
Alimentos agrícolas transgénicos en pruebas de campo, liberados y en comercialización	611
Mejoramiento genético de la calidad nutricia de productos alimenticios derivados de tejidos vegetales.	614
Conclusiones y perspectivas.	634
Referencias	635

Capítulo 23.

Perspectivas de los alimentos funcionales	643
Introducción	644
Mercado de alimentos funcionales.	644
Enfermedades crónicas no transmisibles y alimentos funcionales. Alimentos funcionales más consolidados en el mercado	646
Tendencias y factores de consumo.	653
Tecnología empleada en el desarrollo de alimentos funcionales	658
Conclusiones	662
Referencias	664

Capítulo 24.

Legislación y tendencias en el mercado	667
Resumen	668
Introducción	668
Países Asiáticos	670
Malasia y otros países del Sudeste Asiático	674
India	676
Europa.	676
Canadá	679
Estados Unidos	680
Australia y Nueva Zelanda.	682
Latinoamérica	682
Conclusiones y tendencias futuras	684
Referencias	686

Los alimentos funcionales:

**UN NUEVO RETO PARA LA INDUSTRIA DE
ALIMENTOS**

Los alimentos funcionales:

UN NUEVO RETO PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS



Dr. Gustavo Adolfo González-Aguilar
*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal*



Dr. Aarón Fernando González-Córdova
*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal*



Dr. Emilio Álvarez-Parrilla
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez



Dr. Hugo Sergio García Galindo
*Instituto Tecnológico de Veracruz
Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos*



Dra. Belinda Vallejo-Cordoba
*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal*



AGT Editor, S. A.

Dr. Gustavo Adolfo González-Aguilar

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal*

Dr. Aarón Fernando González-Córdova

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal*

Dr. Emilio Álvarez-Parrilla

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Dr. Hugo Sergio García Galindo

*Instituto Tecnológico de Veracruz
Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos*

Dra. Belinda Vallejo-Cordoba

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal*

La presentación y arreglo en conjunto de LOS ALIMENTOS FUNCIONALES: UN NUEVO RETO PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS, son propiedad del editor.

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o medio electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier método para recuperar y almacenar información), sin la autorización por escrito del editor.

Derechos reservados

© 2014, AGT Editor, S. A.

Progreso 202 - Planta Alta. Col. Escandón

México, 11800, D. F.

Primera edición, Mayo 2014

ISBN: 978-607-7551-37-9

Impreso en México

Printed and made in Mexico

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)

Agradecemos el apoyo institucional recibido por las autoridades del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., que fue fundamental para culminar la edición e impresión de esta obra.

Nuestra mayor gratitud a todos y cada uno de los autores de los capítulos que aceptaron el reto de participar y cumplir en tiempo y forma la entrega de sus manuscritos que conforman la presente obra. El trabajo decidido y tiempo invertido de cada uno, fue clave para la culminación de los trabajos.

De particular importancia, agradecer el trabajo de nuestros estudiantes de posgrado y personal de apoyo técnico, por el reto que asumieron junto con nosotros. Juntos iniciamos esta aventura con entusiasmo y mucha dedicación, participando en todo el proceso y en algunos trabajos relacionados a la conformación del libro. Siempre recordamos que todo comenzó en el 2012, con los alumnos de la clase de “Alimentos Funcionales” con la organización de un mini-simposio en la temática, lo que sentó las bases de todo lo que hoy estamos haciendo, participando en la difusión y divulgación de esta importante temática en México.

Finalmente y no menos importante, agradecemos a nuestras familias, por las horas de espera que implicó el no haber estado con ellos, para dedicar un tiempo significativo para culminar las múltiples actividades que conllevó todo el proceso de este libro. La culminación de esta obra ha sido esfuerzo de muchos actores, que con fe y dedicación apostaron por este proyecto que hoy es una realidad.

Los Editores

El tema de alimentación saludable, ha propiciado a nivel mundial el diseño y desarrollo de nuevos alimentos a partir de diferentes fuentes alimenticias, cuyo objetivo principal ha sido aumentar la ingesta de ingredientes con actividad biológica, que tengan un beneficio en la salud del consumidor.

La aparición de nuevos alimentos milagrosos, dirigidos a ciertos sectores de la población, y otros con distintas connotaciones curativas, nos abre una ventana para que expertos en el área de alimentos funcionales y nutraceuticos, se den a la tarea de informar con veracidad a la población en general, sobre los posibles beneficios que tienen estos nuevos alimentos, que son diseñados para mejorar algunas funciones biológicas en el organismo. Es por ello que diferentes grupos en todo el mundo se han centrado en el tema de alimentos funcionales. En particular, desde hace 4 años un grupo de científicos del Noroeste de México estableció distintas estrategias para dar a conocer a estudiantes, profesionistas, procesadores de alimentos y público en general, a través de jornadas, cursos, seminarios y congresos, información certera sobre la tendencia de alimentos funcionales y nutraceuticos y su papel en la alimentación de la población mundial.

El trabajo coordinado del grupo de connotados científicos, expertos en el tema central dio como resultado esta obra que ahora presentamos. Todo inició en 2012 con la edición de la primera jornada científica de "Alimentos Funcionales: desarrollo de nuevos productos para una alimentación saludable", misma que fue realizada en las instalaciones del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) en Hermosillo, Sonora en el mes de Septiembre. Nuestra expectativa de este evento fue totalmente superada al tener un auditorio totalmente lleno de estudiantes, académicos y empresarios, ávidos de conocer información al respecto del tema.

La primera jornada también trajo consigo, la conformación de un grupo de trabajo con investigadores de diferentes centros de investigación y universidades nacionales, entre ellos: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Universidad de Sonora, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto Tecnológico de Veracruz, Centro de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional, Instituto Tecnológico de Sonora, Universidad Autónoma de Sinaloa y el CIAD, con representación de su unidad central en Hermosillo, Sonora y de sus coordinaciones regionales de Culiacán, Sinaloa y Cuauhtémoc, Chihuahua. Como producto académico de nuestra reunión de trabajo, surgió la inquietud de diseñar los contenidos para la conformación de una obra científica escrita en idioma español sobre alimentos funcionales, que abordara la temática en forma didáctica, pero cuidando celosamente la profundidad suficiente en cada uno de los temas a desarrollar por los expertos de cada área en particular.

Con este claro objetivo, durante el 2013 y parte del 2014, un grupo conformado por los Doctores Gustavo Adolfo González Aguilar, Aarón Fernando González Córdova, Belinda Vallejo Cordoba, Emilio Álvarez Parrilla y Hugo Sergio García Galindo, nos dimos a la tarea de conformar la obra, buscar a cada uno de los autores según su experiencia en la temática, y finalmente hacer la edición de cada una de las partes que conforman el presente libro "Alimentos Funcionales: un nuevo reto para la industria de alimentos".

No nos hemos detenido en nuestra constante labor de dar a conocer los avances en el tema de alimentos funcionales, pues consideramos que éste se encuentra en constante avance y desarrollo. Gracias al apoyo decidido de la Coordinación Regional Culiacán de CIAD y de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en el 2013 se realizaron las jornadas internacionales "Alimentos Funcionales y Nutracéuticos: caracterización de alimentos funcionales y el de-

sarrollo de nuevos productos para una alimentación saludable”, en Culiacán, Sinaloa. Los resultados fueron por demás satisfactorios, lo que nos ha hecho refrendar el compromiso para seguir difundiendo información novedosa en el tema.

Ahora, en la antesala del primer Congreso Internacional de Alimentos Funcionales y Nutraceuticos, organizado por el ITESM, Campus Monterrey y el CIAD Hermosillo, entregamos el fruto del trabajo conjunto, continuo y constante de quienes nos involucramos en la idea, conformación y cristalización de la presente obra. Nuestro mayor reconocimiento a cada uno de los y las colegas, que escribieron cuidadosamente cada capítulo y a sus instituciones. Esta obra no hubiera sido posible sin el apoyo institucional del CIAD Hermosillo, a través de la Dirección General a cargo del Dr. Pablo Wong González, la Coordinación de Investigación y del Comité Interno Científico Editorial de Publicaciones.

A todos ustedes, muchas gracias.

Por los Editores:
Dr. Aarón Fernando González-Córdova
Dr. Gustavo Adolfo González-Aguilar

Capítulo 1.

Alimentación saludable y funcional	1
Resumen	2
Introducción	3
Alimentos funcionales (AF) y nutraceuticos (NC)	5
Estilo de vida saludable y conducta alimentaria	11
Transición epidemiológica y alimentación funcional	16
Fisiología nutricional e implicaciones en la alimentación funcional	19
Los suplementos alimenticios: Mitos y realidades	21
Consideraciones antropológicas en el desarrollo de AF y NC	24
Tendencias a futuro en dietética funcional	27
Conclusión	28
Referencias	29

Capítulo 2.

Los alimentos e ingredientes funcionales	37
Resumen	38
Introducción	38
¿Qué deben de aportar los alimentos funcionales?	40
Principales sectores de la población a quien van dirigidos los alimentos funcionales	42
Los vegetales, cereales y leguminosas como alimentos funcionales	43
Los productos cárnicos y lácteos como alimentos funcionales	49
Componentes e ingredientes funcionales de naturaleza proteica	50
Componentes e ingredientes funcionales de naturaleza lipídica	53
Otros componentes e ingredientes funcionales	56
Los productos marinos como alimentos funcionales	56
Las bebidas funcionales a base de frutas, hortalizas y cereales	58
Otros	59
Conclusión	60
Referencias	61

Capítulo 3.

Compuestos bioactivos como ingredientes en alimentos funcionales	65
Resumen	66
Introducción	66
Vitaminas y minerales	71
Carotenoides	73
Fitoesteroles, tocoferoles y tocotrienoles	77
Compuestos fenólicos	79
Acidos grasos mono/polí insaturados	85
Glucosinolatos	88
Oligosacáridos	90
Péptidos	91

Seleno-Compuestos	94
Conclusión	95
Referencias	96

Capítulo 4.

Ingredientes bioactivos a partir de subproductos agrícolas

para el desarrollo de alimentos funcionales	105
Resumen	106
Introducción	106
Alimentos vegetales y sus subproductos.	107
¿Qué ingredientes funcionales se están obteniendo a partir de tejidos vegetales?	110
Utilización de ingredientes funcionales de origen vegetal para las formulaciones de alimentos funcionales	117
Conclusión	120
Referencias	121

Capítulo 5.

Péptidos bioactivos derivados de proteínas alimentarias.

Resumen	127
Origen	128
Formación	129
Actividad antihipertensiva	131
Actividad opioide	134
Actividad antitrombótica	135
Actividad acarreadora de minerales	136
Actividad antiviral	138
Actividad antimicrobiana	140
Actividad inmunomoduladora	142
Conclusión	143
Referencias	145

Capítulo 6.

Potencial anticancerígeno de bacterias probióticas: actividad antiaflatoxigénica. . .

Resumen	154
Introducción	154
Estrategias para la destoxificación e inactivación de las aflatoxinas.	156
Bacterias probióticas y xenobióticos - actividad antiaflatoxigénica	160
Estudios <i>in vitro</i> y posibles mecanismos asociados	161
Estudios <i>in vivo</i>	162
Conclusiones y tendencias futuras	168
Referencias	169

Capítulo 7.

Fibra antioxidante

Resumen	174
Introducción	175
Fibra dietética y fracción indigestible de los alimentos	176
Compuestos bioactivos asociados a la fibra dietética	180
Biodisponibilidad de compuestos bioactivos	184
Concepto de fibra antioxidante	186

Fuentes de fibra antioxidante	186
Efectos saludables de la fibra antioxidante	187
Fibra antioxidante como ingrediente funcional	191
Tendencias futuras	192
Conclusiones	192
Referencias	194
Capítulo 8.	
Alimentos lácteos funcionales	199
Resumen	200
Principales fuentes y factores que influyen en su composición	203
Productos lácteos y contribución a la dieta saludable	205
Diseño y desarrollo de productos lácteos funcionales. Principios activos	207
Productos lácteos y péptidos con actividad biológica	209
Mecanismos y modo de acción de los péptidos	212
Conclusión	219
Referencias	220
Capítulo 9.	
Beneficios potenciales del consumo de carbohidratos prebióticos	223
Resumen	224
Introducción	225
Prebióticos: definición actual y clasificación	225
Beneficios de los prebióticos sobre la salud	226
Prebióticos en la prevención de enfermedades	232
Obtención de los principales polisacáridos y oligosacáridos con potencial prebiótico	238
Obtención de fructanos	238
Aplicaciones de los prebióticos en alimentos	243
Tendencias futuras en el uso de prebióticos	245
Conclusión	246
Referencias	247
Capítulo 10.	
Probióticos: Principios y aplicaciones prácticas	251
Resumen	252
Definición de Probióticos	253
Mecanismos de acción probiótica	254
Actividad enzimática intraluminal	256
Competencia por nutrientes y sitios de adhesión a la mucosa	257
Producción de sustancias bactericidas o bacteriostáticas	261
Interacción de probióticos con el sistema inmune	264
Otros mecanismos de acción probiótica	267
Selección de probióticos	268
Criterios de Seguridad	268
Criterios de Funcionalidad	271
Criterios Tecnológicos	273
Principales microorganismos utilizados como probióticos	276
Microbiota del tracto gastrointestinal, e interacciones con el huésped	278
Funciones de la microbiota intestinal	282
Producción industrial de alimentos con probióticos	282

LAB en fermentación de alimentos	282
Cultivos iniciadores	284
Preparaciones de alimentos probióticos	284
Conclusiones y recomendaciones	285
Referencias	287
Capítulo 11.	
Bebidas funcionales	293
Resumen	294
Introducción	294
Zumos de frutas y vegetales	296
Frutos cítricos	297
Frutos rojos	298
Otros frutos	298
Vegetales	299
Infusiones de hojas, tallos y raíces	300
Bebidas lácteas	301
Bebidas a base de soja	304
Bebidas mixtas	306
Bebidas energéticas, estimulantes y tranquilizantes	308
Otros componentes utilizados para la elaboración de bebidas funcionales	309
Conclusiones	313
Referencias	314
Capítulo 12.	
Alimentos funcionales cárnicos	325
Resumen	326
Introducción	326
La carne y los productos cárnicos como alimentos funcionales	328
Cárnicos enriquecidos con fibra	329
Cárnicos enriquecidos con ácidos omega-3	334
Cárnicos con antioxidantes de origen natural	336
Cárnicos con péptidos con actividad biológica	341
Cárnicos con probióticos	346
Microorganismos en productos cárnicos	347
Minerales en productos cárnicos	348
Conclusiones	350
Referencias	351
Capítulo 13.	
Alimentos funcionales de origen acuático	359
Resumen	360
Introducción	360
¿Son los alimentos acuáticos funcionales?	361
Composición química de productos alimenticios de origen acuático (PAOA) (peces, crustáceos, moluscos y otros)	362
Contribución de los PAOA en la dieta saludable	364
Biofuncionalidad de componentes de productos alimenticios de origen acuático	365
Compuestos proteicos biofuncionales de origen marino	365
Lípidos marinos biofuncionales	367

Carbohidratos biofuncionales de origen marino	368
Otros compuestos biofuncionales	369
Perspectivas de alimentos funcionales de origen acuático	371
Referencias	372
Capítulo 14.	
Almidón resistente y de digestión lenta como alimento funcional.	377
Resumen	378
Introducción	379
Aspectos nutricionales	379
Digestión del almidón.	387
Almidón resistente (AR)	394
Relación entre estructura y digestibilidad del almidón	405
Tendencias futuras	407
Conclusiones	407
Referencias	409
Capítulo 15.	
Alimentos funcionales con alto contenido de carbohidratos indigestibles	413
Resumen	414
Introducción	415
Fibra dietética (FD)	415
Polisacáridos semi-sintéticos y sintéticos	430
Polisacáridos microbianos.	432
Oligosacáridos	433
Fermentación por la microbiota	438
Ácidos grasos de cadena corta	439
Efecto de los carbohidratos indigestibles en el colon	441
Carbohidratos funcionales y sistema inmune	443
Tendencias futuras	444
Conclusiones	444
Referencias	446
Capítulo 16.	
El frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) como alimento funcional.	453
Resumen	454
Introducción	454
Importancia económica del frijol en México.	455
Variedades y valor nutritivo del frijol en México	457
Estructura del grano	457
Fitoquímica del frijol	457
Fibra dietaria y almidón resistente en frijol	465
Otros tipos de fitoquímicos presentes en el frijol común	467
Tendencias futuras	468
Conclusiones	468
Referencias	469
Capítulo 17.	
Lípidos funcionales de origen vegetal.	475
Resumen	476
Introducción	476

Compuestos lipídicos de origen vegetal con propiedades funcionales	478
Características químicas y propiedades funcionales de los tocoles	487
Características químicas y propiedades funcionales de los fitoesteroles	490
Otros componentes nutracéuticos	493
Aceites vegetales con propiedades funcionales o nutracéuticas	495
Conclusiones y tendencias futuras	500
Agradecimientos	502
Referencias	503
Capítulo 18.	
Lípidos funcionales de origen animal	509
Resumen	510
Introducción	511
Principales productos animales como fuentes de lípidos funcionales	511
Ácidos grasos ω -3 como nutracéuticos	516
Ácidos grasos ω -6 como nutracéuticos	521
Ácidos grasos de cadena corta (SCFA)	526
Aceite de krill	528
Referencias	529
Capítulo 19.	
Desarrollo de productos alimenticios funcionales.	535
Resumen	536
Identificación de las principales fuentes	536
Materias primas para la elaboración de alimentos funcionales	537
Transformación y conservación de la materia prima	538
Desafíos tecnológicos para la industria alimentaria.	540
Alimentos funcionales: Formulación y diseño, ingredientes nutracéuticos y consideraciones generales	541
Consideraciones para el diseño de productos funcionales.	545
Alimentos de diseño	546
Efecto del procesamiento de alimentos sobre los compuestos bioactivos	548
Referencias.	551
Capítulo 20.	
Innovación y diseño de alimentos funcionales	557
Resumen	558
Introducción	558
Mercado para alimentos funcionales	559
Necesidad del consumo de alimentos saludables como marcador de tendencias	561
Perspectivas de desarrollo de alimentos funcionales.	563
Desarrollo tecnológico de alimentos funcionales.	567
Conclusiones	571
Referencias	572
Capítulo 21.	
Evaluación biológica de alimentos funcionales	575
Resumen	576
Introducción	576
Cultivos y tejidos celulares	578
Estudios en animales.	580

Estudios en humanos	580
Estudio de las propiedades de un alimento funcional	581
Actividad antioxidante como propiedad funcional de los alimentos	582
Evaluación de la actividad antioxidante <i>in vivo</i>	582
Antioxidantes dietarios y control de enfermedades crónico degenerativas: estudios <i>in vivo</i>	586
Conclusiones	591
Referencias	592

Capítulo 22.

Alimentos transgénicos funcionales	599
Resumen	600
Introducción	601
Mejoramiento vegetal tradicional	602
Ingeniería genética vegetal	603
Principales métodos para la modificación genética en plantas	606
Alimentos agrícolas transgénicos en pruebas de campo, liberados y en comercialización	611
Mejoramiento genético de la calidad nutricia de productos alimenticios derivados de tejidos vegetales.	614
Conclusiones y perspectivas.	634
Referencias	635

Capítulo 23.

Perspectivas de los alimentos funcionales	643
Introducción	644
Mercado de alimentos funcionales.	644
Enfermedades crónicas no transmisibles y alimentos funcionales. Alimentos funcionales más consolidados en el mercado	646
Tendencias y factores de consumo.	653
Tecnología empleada en el desarrollo de alimentos funcionales	658
Conclusiones	662
Referencias	664

Capítulo 24.

Legislación y tendencias en el mercado	667
Resumen	668
Introducción	668
Países Asiáticos	670
Malasia y otros países del Sudeste Asiático	674
India	676
Europa.	676
Canadá	679
Estados Unidos	680
Australia y Nueva Zelanda.	682
Latinoamérica	682
Conclusiones y tendencias futuras	684
Referencias	686

