

Quitina y Quitosano: obtención, caracterización y aplicaciones

Resultado del Proyecto CYTED IV.14:

Obtención de quitina y quitosano a partir de desechos de crustáceos

Editora: Ana Pastor de Abram



Pontificia Universidad Católica del Perú / Fondo Editorial 2004

Quitina y quitosano: obtención, caracterización y aplicaciones
Primera edición, agosto de 2004
Tiraje: 1000 ejemplares

© Programa CYTED, 2004
Secretaría General
C/ Amanuel 4
28015 Madrid, España
Teléf.: (34 91) 531 63 87
Fax: (34 91) 522 78 45
Correo electrónico: sgral@cyted.csic.es
Internet: <http://www.cytmed.org>

© CIAD, A.C.
Carretera a la Victoria km 0,6
Apartado Postal 1735
Hermosillo, Sonora, 8300 México
Teléfs.: (52 662) 280 01 46, 289 24 00
Fax: (52 662) 280 00 55, 280 03 58

© Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2004
Plaza Francia 1164, Lima 1 – Perú
Teléfs.: (51 1) 330-7410, 330-7411
Fax: (51 1) 330-7405
Correo electrónico: feditor@pucp.edu.pe
Dirección URL: www.pucp.edu.pe/publicaciones/fondo_ed/

Colaboran:

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Concytec, Perú
Centro de Investigación de Alimentos y Desarrollo, CIAD, México
Universidad Complutense de Madrid, UCM, España

Diseño de cubierta: Ana Lucía Saavedra
Diagramación de interiores: Aída Nagata

ISBN: 9972-42-659-9
Hecho el Depósito Legal: 1501052004-6617

Impreso en el Perú – Printed in Peru

LISTA DE AUTORES

ARGENTINA

Dr. Enrique Agulló
Laboratorio de Investigaciones Básicas y Aplicadas en Quitina - LIBAQ
Universidad Nacional del Sur
Av. Alem 1253 Bahía Blanca (8000), Argentina
Teléf.: (54 291) 4595101 ext. 3578 - 3584
Fax: (54 291) 4595110
Correo electrónico: eagullo@speedy.com.ar

Dra. María Susana Rodríguez
Laboratorio de Investigaciones Básicas y Aplicadas en Quitina - LIBAQ
Universidad Nacional del Sur
Av. Alem 1253 Bahía Blanca (8000), Argentina
Teléf.: (54 291) 4595101 ext. 3578 - 3584
Fax: (54 291) 4595110
Correo electrónico: msrodri@criba.edu.ar

Dr. Roberto Mato
Instituto de Desarrollo y Diseño - INGAR
Avellaneda 3657 (3002) GJC Santa Fe, Argentina
Teléf.: (54 342) 4535568 / 4534451
Fax: (54 342) 4553439
Correo electrónico: rmato@ceride.gov.ar

CHILE

Dr. Cristián Tapia

Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas
Av. Vicuña Mackenna 20, Providencia
Casilla 233 Stgo. 1 Chile
Teléf.: (56 2) 6781640
Fax: (56 2) 2227900
Correo electrónico: ctapia@uchile.cl

Dr. Fernando Valenzuela

Laboratorio de Operaciones Unitarias e Hidrometalurgia
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas
Universidad de Chile
Av. Vicuña Mackenna 20, Providencia
Casilla 233 Stgo. 1 Chile
Teléf.: (56 2) 6781640
Fax: (56 2) 2227900
Correo electrónico: fvalenzu@uchile.cl

CUBA

Dr. Carlos Peniche

Centro de Biomateriales
Universidad de La Habana
Código Postal 10400 La Habana, Cuba
Teléf.: (53 7)700594
Fax: (53 7) 735863
Correo electrónico: peniche@reduniv.edu.cu

ESPAÑA

Dra. Ángeles Heras Caballero

Unidad de RMN/ Inst. Pluridisciplinar
Universidad Complutense de Madrid
Paseo Juan XXIII 1
28040 Madrid, España
Teléf.: (34 91) 3943284
Fax: (34 91) 3943245
Correo electrónico: aheras@pluri.ucm.es

Dr. Julio San Román

Departamento de Química Macromolecular
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
C/ Juan de la Cierva 3
28006 Madrid, España
Teléf.: (34 91) 5622900
Fax: (34 91) 5644853
Correo electrónico: ictsr04@ictp.csic.es

MÉXICO

Dr. Waldo Argüelles

CIAD A.C., Unidad Guaymas
Carretera al Varadero Nacional km 6,6
Apartado Postal 284
Guaymas, Sonora 85400 México
Teléf.: (52 622) 221 56 40
Fax: (52 622) 221 65 33
Correo electrónico: waldo@cascabel.ciad.mx

Dr. Francisco Goycoolea

CIAD A.C.
Carretera a la Victoria km 0,6
Apartado Postal 1735
Hermosillo, Sonora 83000 México
Teléf.: (52 662) 289 24 00 (ext. 248)
Fax: (52 662) 280 00 55
Correo electrónico: fgoyco@cascabel.ciad.mx

Dr. Inocencio Higuera

CIAD A.C.
Carretera a la Victoria km 0,6
Apartado Postal 1735
Hermosillo, Sonora 83000 México
Teléf.: (52 662) 289 24 00 (ext. 248)
Fax: (52 662) 280 00 55
Correo electrónico: higuera@cascabel.ciad.mx

PERÚ

Dr. Javier Nakamatsu

Facultad de Ciencias e Ingeniería
Pontificia Universidad Católica del Perú
Av. Universitaria s/n Lima 32
Apartado Postal 1765 Lima 100
Teléf.: (51 1) 626-2000 anexo 4229
Fax: (51 1) 463-5478
Correo electrónico: jnakamat@pucp.edu.pe

M.Sc. Ada Mayorga

Unique S. A.
Panamericana Sur Km 31.8
Lima 16 – Perú
Teléf.: (51 1) 430-3030
Fax (51 1) 430-2200
Correo electrónico: Amayorga@unique-yanbal.com

M.Sc. Ana Pastor de Abram

Jefa del Proyecto IV.14
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Pontificia Universidad Católica del Perú
Av. Universitaria s/n Lima 32
Apartado Postal 1765 Lima 100
Teléf.: (51 1) 626-2000 anexo 4230
Fax: (51 1) 463-5478
Correo electrónico: apastor@pucp.edu.pe

ÍNDICE

Prólogo	17
Introducción	21
Capítulo 1 Generalidades	
1.1. Historia	25
1.2. Ocurrencia	26
1.2.1. Asociación quitina–proteína	29
1.2.2. Complejo quitina–pigmentos	34
1.2.3. Asociación quitina–carbonato de calcio	34
1.3. Estructura cristalina	36
1.4. Solubilidad de la quitina	37
1.4.1. Soluciones de sales neutras	38
1.4.2. Medio ácido	38
1.4.3. Solventes orgánicos	38
1.5. Desacetilación de quitina: quitosano	39
1.6. Solubilidad del quitosano	40
1.6.1. Ácidos inorgánicos	40
1.6.2. Ácidos orgánicos	41
1.6.3. Solventes orgánicos	42
1.6.4. Solubilidad en agua	42
1.7. Nomenclatura	43
1.8. Usos y aplicaciones de la quitina y sus derivados	44
1.8.1. Aplicaciones biomédicas	45
1.8.2. Aplicaciones farmacéuticas	47
1.8.3. Aplicaciones en alimentos	48
1.8.4. Aplicaciones en agricultura	48

1.8.5.	Aplicaciones en tratamiento de aguas	49
1.8.6.	Aplicación en papeles y envases	50
1.8.7.	Aplicación en fibras y reactivos para la industria textil	50
1.8.8.	Aplicaciones en cosmética	51
1.8.9.	Aplicación en separaciones cromatográficas	52
1.9.	Aspectos comerciales y de mercado	54
1.9.1.	Introducción	54
1.9.2.	Productos derivados de la quitina	56
1.10.	Mercado mundial de quitina, quitosano y sus derivados	59
1.10.1.	Producción en Estados Unidos	59
1.10.2.	Producción en la Unión Europea	61
1.10.3.	Producción en Asia	62
1.11.	Aspectos regulatorios	64
1.12.	Conclusiones	65

Capítulo 2 Química de la Quitina y el Quitosano

2.1.	Introducción	75
2.2.	Hidrólisis de la cadena principal	75
2.3.	Desacetilación	76
2.4.	Acilación	77
2.4.1.	N-acilación	77
2.4.2.	O-acilación	78
2.5.	N-ftaloilación	79
2.6.	Tosilación	79
2.7.	Alquilación	80
2.8.	Formación de bases de Schiff	80
2.9.	Alquilación reductiva	83
2.10.	Carboximetilación	84
2.11.	Formación de sales cuaternarias	85
2.12.	Sulfatación	85
2.13.	Fosforilación	86
2.14.	Sililación	86
2.15.	Copolimerizaciones Graft	87
2.15.1.	Iniciación con iones cerio	87
2.15.2.	Reactivo de Fenton	88
2.15.3.	Radiación y	88
2.15.4.	Radicales y fotoinducción	89
2.15.5.	Mecanismos no-radicalarios	91
2.16.	Quitosano N-metilén fosfónico	93

2.16.1.	Estudio comparativo	94
2.16.2.	Derivado multidentado fosfónico-carboxílico (NMPCC)	95
2.16.3.	Derivado con carácter anfifílico: quitosano N-lauril N-metilén fosfónico (LMPC)	95

Capítulo 3 Fuentes y Procesos de Obtención

3.1.	Fuentes de desechos quitinosos en Iberoamérica	105
3.1.1.	Distribución geográfica de crustáceos y moluscos en Iberoamérica	106
3.1.2.	Principales géneros y especies de crustáceos	109
3.1.3.	Estimación del volumen disponible de desechos quitinosos en Iberoamérica	111
3.1.4.	Composición química de los desechos quitinosos	111
3.2.	Procesos de obtención	114
3.2.1.	Suministro de materia prima	114
3.2.2.	Manejo de los desechos	114
3.2.3.	Aislamiento de quitina	117
3.2.4.	Obtención de quitosano	125
3.2.5.	Obtención de quitoooligómeros	138
3.2.6.	Aspectos del proceso	139
3.2.7.	Equipamiento	144

Capítulo 4 Caracterización de Quitina y Quitosano

4.1.	Caracterización físico-química	157
4.1.1.	Introducción	157
4.1.2.	Determinación del porcentaje de humedad	158
4.1.3.	Determinación del contenido de cenizas	158
4.1.4.	Determinación de proteínas totales	158
4.1.5.	Determinación del contenido de material insoluble	158
4.1.6.	Cristalinidad	159
4.1.7.	Determinación del grado de N-acetilación de la quitosana	160
4.1.8.	Determinación del peso molecular promedio del quitosano	166
4.1.9.	Grado de acetilación y microestructura	173
4.1.10.	Propiedades de las soluciones	174
4.2.	Caracterización funcional	187
4.2.1.	Capacidad de gelificación	187
4.2.2.	Formación de películas / membranas	190
4.2.3.	Adsorción de metales	191

4.2.4.	Adsorción de células y proteínas	191
4.2.5.	Reacción con péptidos o proteínas	192
4.3.	Relación entre las propiedades físico-químicas y funcionales del quitosano	194
4.3.1.	Origen / fuente	194
4.3.2.	Procesos de obtención	195
4.3.3.	Grado de desacetilación y peso molecular	195

Capítulo 5 Aplicaciones en Alimentación y Control Ambiental

5.1.	Aplicaciones en alimentos	209
5.1.1.	Quitosano como suplemento dietario	210
5.1.2.	Quitosano como fibra dietaria	210
5.1.3.	Quitosano como aditivo alimentario	218
5.1.4.	Quitosano en las reacciones de deterioro de los alimentos	222
5.1.5.	Otras aplicaciones del quitosano en el área de los alimentos	224
5.1.6.	Quitosano: astringencia como característica sensorial adversa	229
5.1.7.	Conclusiones	233
5.2.	Uso de quitina y quitosano en control ambiental	233
5.2.1.	Contaminantes metálicos	234
5.2.2.	Contaminantes orgánicos y otros	235
5.2.3.	Aspectos teóricos del proceso de adsorción	236
5.2.4.	Quitosano como adsorbente de iones metálicos	240
5.2.5.	Adsorción y desorción sobre columnas	247
5.2.6.	Adsorción de metales y quitosanos modificados	248
5.2.7.	Coagulación y floculación	251

Capítulo 6 Aplicaciones en Ciencias de la Vida

6.1.	Aplicaciones biomédicas	269
6.1.1.	Biodegradabilidad del quitosano	270
6.1.2.	Propiedades biológicas: biocompatibilidad	270
6.1.3.	Potencial del quitosano como biomaterial	273
6.1.4.	Tratamiento de heridas y quemaduras	275
6.1.5.	Ingeniería de tejidos	276
6.2.	Aplicaciones farmacéuticas	283
6.2.1.	El quitosano en sistemas de liberación de fármacos por vía oral	287
6.2.2.	El quitosano como adyuvante mucosal	292
6.2.3.	El quitosano para la dosificación de genes	293
6.2.4.	El quitosano en dispositivos transdermales	294

6.3.	Aplicaciones biotecnológicas del quitosano	294
6.3.1.	Inmovilización de biocatalizadores	294
6.3.2.	Aplicaciones del quitosano en biosensores	295
6.4.	Cosmética	296
6.4.1.	La piel	296
6.4.2.	El cabello	299
6.4.3.	Cuidado oral	300