

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS Y ACLARACIONES	1
ALGUNOS ACONTECIMIENTOS RELEVANTES	
PARA EL DESARROLLO DE LA BIOTECNOLOGÍA . . .	5
INTRODUCCIÓN GENERAL	
<i>F. G. Bolívar</i>	9

Sección I

FUNDAMENTOS DE LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA

Capítulo I

MOLÉCULAS INFORMACIONALES DE LA CÉLULA VIVA. ÁCIDOS NUCLEICOS Y PROTEÍNAS

<i>F. G. Bolívar</i>	19
La célula viva; componentes y funciones	19
Metabolismo celular	23
Los cromosomas son las estructuras celulares donde reside el material genético. El concepto de gene	23
La estructura del DNA	26
El DNA; su replicación y la síntesis de RNA y de proteínas	29
Mutación	39
Las proteínas; su estructura y función biológica	39
Regulación de la expresión de los genes	43
Caracterización de los procesos y de las herramientas celulares	53
Bibliografía.	54

Capítulo II

INGENIERÍA GENÉTICA. LAS HERRAMIENTAS MOLECULARES Y LOS MÉTODOS PARA AISLAR, CARACTERIZAR Y MANIPULAR EL DNA

<i>F. G. Bolívar</i>	57
La manipulación <i>in vitro</i> del material genético.. . . .	57
Las herramientas celulares; enzimología de ácidos nucleicos	58

Técnicas para la generación y separación de fragmentos de DNA	67
Síntesis química de DNA	71
Métodos para determinar la secuencia de nucleótidos del DNA	71
Reacción en cadena de polimerasa o PCR	73
El vehículo molecular; herramienta fundamental para la clonación molecular y expresión de DNA.	74
El diseño y construcción de sistemas de expresión de material genético para la producción de proteínas	80
Bibliografía.	83

Capítulo III

CIENCIA GENÓMICA, PROTEÓMICA Y BIOINFORMÁTICA. EL GENOMA, EL TRANSCRIPTOMA Y EL PROTEOMA HUMANO

<i>F. G. Bolívar</i>	85
Genes interrumpidos en eucariontes; síntesis y procesamiento de RNA.	85
El genoma, el transcriptoma y el proteoma del organismo vivo	87
Las bases de datos de información genómica y proteómica.	
La bioinformática	92
Estudio de la expresión génica y los microarreglos	95
El genoma, el transcriptoma y el proteoma humano	96
El uso e impacto de la información genómica en la salud; el inicio de la medicina molecular	105
Bibliografía	113

Capítulo IV

SURGIMIENTO DE LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA. MICROORGANISMOS TRANSGÉNICOS Y PRODUCCIÓN DE PROTEÍNAS HETERÓLOGAS

<i>F. G. Bolívar</i>	117
El nacimiento de la biotecnología moderna	117
Producción de proteínas recombinantes heterólogas de uso médico por métodos de DNA recombinante; los primeros ejemplos	122
Vacunas y anticuerpos recombinantes.	126
Animales y plantas transgénicas para la producción de proteínas humanas	128
Bibliografía	129

Capítulo V

MANIPULACIÓN GENÉTICA DE ANIMALES. TRANSGÉNESIS Y CLONACIÓN

<i>H. Barrera</i>	131
Diseño y construcción de los primeros animales transgénicos	131
Auge de la transgénesis experimental.	134
Metodología para la construcción de animales transgénicos	135
Animales transgénicos con fines de investigación básica y aplicada	141

Ejemplo de transgénesis con fines comerciales	144
Industria biotecnológica de animales transgénicos	151
Clonación animal	152
Métodos de clonación	152
Primeros ejemplos de clonación de animales	153
Aplicaciones de la clonación	157
Reescribiendo la historia natural	159
Bibliografía	160

Capítulo VI

PLANTAS TRANSGÉNICAS

<i>L. Herrera y M. Martínez.</i>	167
La importancia de las técnicas de fitomejoramiento para incrementar la producción agrícola	167
Métodos de transformación genética de plantas	169
El sistema de <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	170
Biobalística	173
Aplicaciones de la ingeniería genética de plantas.	174
Mejoramiento de la composición y cualidades de semillas y frutos	175
Alteración de la vida de anaquel de frutos	177
Resistencia a virus, bacterias y hongos fitopatógenos.	177
Plantas transgénicas resistentes al ataque de insectos	179
Plantas transgénicas con mayor tolerancia a factores ambientales.	180
Las plantas como biorreactores.	182
Producción de vacunas orales en plantas transgénicas.	183
Producción de plásticos biodegradables y nuevas fibras	184
Uso comercial de plantas transgénicas	184
Algunos aspectos de bioseguridad relacionados con la siembra y consumo de productos transgénicos.	186
Perspectivas y conclusiones	191
Bibliografía	192

Capítulo VII

INGENIERÍA DE PROTEÍNAS Y EVOLUCIÓN DIRIGIDA

<i>X. Soberón y G. M. Montero</i>	195
Las proteínas como herramientas moleculares	195
Biocatálisis y biotecnología moderna	198
Retos a resolver. Mitos y realidades	200
Enfoques	206
Ámbito de oportunidades	215
Bibliografía	217

Capítulo VIII

INGENIERÍA CELULAR MICROBIANA

<i>G. Gosset y F. G. Bolívar</i>	219
La producción de bebidas y alimentos por procesos de fermentación; el nacimiento de la biotecnología	219
Fisiología celular microbiana	221
Transporte	221
Metabolismo y redes metabólicas	224
Regulación genética de la red metabólica celular.	233
La importancia del conocimiento del transcriptoma y el proteoma de la célula para la comprensión fina del metabolismo celular.	234
El metaboloma.	235
Análisis de flujos metabólicos	235
Análisis de control metabólico	237
La ingeniería celular y la bioingeniería de procesos	238
Estrategias generales de la ingeniería celular	239
Ingeniería celular para la producción de compuestos aromáticos en <i>E. coli</i>	240
Características generales de las vías de síntesis de compuestos aromáticos	240
Modificación de componentes de la vía común de síntesis de compuestos aromáticos para incrementar el flujo de carbono hacia la biosíntesis de DAHP y corismato	242
Modificación del metabolismo central para canalizar esqueletos de carbono hacia la vía de síntesis de compuestos aromáticos	243
Cepas de <i>E. coli</i> productoras del aminoácido fenilalanina.	246
Bibliografía	247

Capítulo IX

INGENIERÍA BIOQUÍMICA

<i>O. T. Ramírez</i>	249
La misión de la ingeniería bioquímica	249
Los orígenes de la ingeniería bioquímica y los bioprocesos.	250
La ingeniería bioquímica moderna	254
El cultivo de microorganismos, células y tejidos para la generación de productos	256
Entendiendo las características y requerimientos de la célula para producir metabolitos	259
Estequiometría del crecimiento celular y producción de metabolitos	260
Cinética del crecimiento celular y producción de metabolitos	264
Funcionamiento y diseño de biorreactores: importancia	

del entorno celular	270
Fenómenos de transporte	273
Modos de operación	277
El traslado del laboratorio a la industria	281
Escalamiento ascendente	281
Escalamiento descendente	285
Instrumentación, control y optimización de bioprocesos	288
Bibliografía	296

Capítulo X

BIOTECNOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD

<i>J. Soberón y J. Golubov</i>	299
La biodiversidad como riqueza natural estratégica de México	299
Biotecnología y biodiversidad.	302
Métodos de la biología molecular aplicados a la conservación y manejo de la biodiversidad	303
Posibles riesgos; la bioseguridad	308
El potencial de la biotecnología y la biodiversidad	309
Acceso a los recursos genéticos	312
Bibliografía	313

Capítulo XI

BIOTECNOLOGÍA AGROECOLÓGICA, BIODIVERSIDAD Y AGRICULTURA

SUSTENTABLE, <i>J. A. Serratos</i>	317
Biotecnología agroecológica	317
Ecosistemas y agroecosistemas	321
Situación de los agroecosistemas en México	325
Agricultura sustentable y biotecnología agroecológica.	341
Bibliografía	348

Sección II

CASOS EXITOSOS DE LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA

LA VACUNA CONTRA LA HEPATITIS B: UN ÉXITO DE LA BIOTECNOLOGÍA

<i>C. F. Arias</i>	355
Introducción	355
Contribución de la biotecnología al campo de la vacunación	355
La vacuna contra la hepatitis B: un éxito de la biotecnología	358
Epidemiología e importancia médica de la hepatitis B	358
Conocimiento de la biología del virus como antecedente necesario	

para el desarrollo de la vacuna recombinante	361
Historia del desarrollo de las vacunas contra hepatitis B . . .	364
Impacto de la vacuna recombinante sobre la infección por VHB y el CHC.	366
Esfuerzos en países en desarrollo para producir la vacuna recombinante de VHB	368
Investigación en México sobre vacunas recombinantes	368
Conclusiones y consideraciones generales	369
Bibliografía	370

LA PRODUCCIÓN DE HORMONAS DEL CRECIMIENTO POR TÉCNICAS DE INGENIERÍA GENÉTICA; SU UTILIZACIÓN EN LOS SECTORES DE LA SALUD Y PECUARIO

<i>H. A. Barrera, I. P. Rodríguez, C. N. Sánchez, A. A. Pérez, J. A. Ascacio y G. Padilla</i>	373
Introducción	373
La familia de la hormona del crecimiento (GH)	374
Hormonas del complejo GH-PL del humano	375
Hormonas del crecimiento de origen animal	378
Potencial biotecnológico de las GHs	381
Sistemas de expresión para las hormonas del crecimiento	383
Hormonas recombinantes del crecimiento: una oportunidad para México.	384
Perspectivas.	386
Bibliografía	386

BIOTECNOLOGÍA FARMACÉUTICA MODERNA EN MÉXICO: EL CASO DE PROBIOMED, S.A. DE C.V.

<i>O. T. Ramírez, y J. Uribe</i>	391
Introducción	391
Tendencias en biotecnología farmacéutica relevantes para el caso Probiomed.	406
Probiomed S.A. de C.V.	408
Plataformas tecnológicas.	411
Investigación y desarrollo	421
Otras características distintivas del caso Probiomed	422
El éxito de Probiomed	423
Bibliografía	426

CASOS EXITOSOS DE LA TECNOLOGÍA ENZIMÁTICA Y LA BIOCATÁLISIS EN MÉXICO

<i>A. López-Munguía</i>	429
Introducción	429
El mercado en México	431

Algunos ejemplos de desarrollos científicos y tecnológicos	
en la enzimología y la biocatálisis en México en los últimos 25 años . .	432
Producción de leches deslactosadas	433
Producción de fructosa a partir de agave	436
Producción enzimática del ácido 6 aminopenicilánico (6APA)	
y penicilinas semisintéticas	438
Aditivo enzimático para retrasar el endurecimiento	
de la tortilla de maíz	440
Enzimas en medios no convencionales	444
Las enzimas y los nuevos antivenenos	446
Conclusiones	447
Bibliografía	448

MEJORAMIENTO DE CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD ALIMENTARIAS Y NUTRACÉUTICAS DE PLANTAS MEDIANTE BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR; ALGUNOS EJEMPLOS

<i>J. A. Osuna y O. Paredes</i>	451
Introducción	451
Biomacromoléculas de interés alimentario	452
Micronutrientes	471
Alergenicidad en cultivos modificados genéticamente	492
Consideraciones finales	497
Bibliografía	498

BIOCONTROL DE PLAGAS AGRÍCOLAS Y ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS

<i>E. Torres, H. M. Cárdenas y Ma. M. de la Torre</i>	505
Introducción	505
Biocontrol	506
Biotecnología y biocontrol	507
Biocontrol en México	515
Regulación de agentes para el control biológico en México . . .	518
El caso de Agrobiológicos del Noroeste S.A. de C.V.	519
El futuro	525
Bibliografía	526

LAS HERRAMIENTAS BIOTECNOLÓGICAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS Y PARA SU MEJORAMIENTO GENÉTICO

<i>I. Torres, M. M. González y R. G. Guevara</i>	529
Introducción	529
El diagnóstico	530
Métodos inmunológicos	532
Diagnóstico molecular	538
La detección de patógenos como base del diagnóstico; casos exitosos . . .	541

Experiencia en México en el diagnóstico molecular de virus en agricultura.	543
Alternativas y ventajas del diagnóstico molecular para el manejo de variedades de plantas	545
Genómica y diagnóstico molecular en la agricultura.	550
Bibliografía	553

LA EXPERIENCIA DEL GRUPO SAVIA EN EL CAMPO MEXICANO

<i>P. Bosch</i>	561
Introducción	561
Grupo Savia	562
Participación en México	567
Esquema conceptual	567
El mercado	569
La tecnología moderna de producción agrícola y la participación del grupo Savia.	569
El caso de la micropropagación de agave para la industria del tequila . . .	573
Zonas de cultivo	576
Selección de socios	577
Consideraciones finales	577
Bibliografía	578

DESARROLLO Y APLICACIÓN DEL PROCESO BIOFERMEL: UNA FERMENTACIÓN LÁCTICA PARA EL APROVECHAMIENTO EFICIENTE DE LA MELAZA POR EL GANADO

<i>G. Viniegra</i>	579
Introducción	579
Planteamiento del problema	580
Investigación y desarrollo de la invención.	585
Desarrollo comercial del proceso Biofermel	590
Oportunidades futuras para otras fermentaciones ganaderas	593
Reflexiones sobre la estrategia de innovación y transferencia de la tecnología	594
Bibliografía	595

UNA EXPERIENCIA EN EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍA BIOLÓGICA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

<i>A. Noyola</i>	599
Introducción	599
La vía biotecnológica en el tratamiento de aguas residuales . . .	600
Procesos anaerobios para el tratamiento de aguas residuales. . .	604
Infraestructura de tratamiento de aguas residuales en México. .	612
Desarrollo y transferencia de una tecnología anaerobia nacional .	614

Impacto del proyecto	619
Conclusiones	621
Bibliografía	621

**EL DESARROLLO DE BIOPROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE AIRE
CONTAMINADO EMITIDO POR FUENTES FIJAS**

<i>S. Revah e I. Ortiz</i>	625
Introducción	625
Técnicas de tratamiento	627
Métodos biotecnológicos	630
Fundamentos de los procesos de tratamiento de aire	635
El modelo de Ottengraf y van Den Oever	639
Un proyecto exitoso Universidad-Industria: el desarrollo de biolavadores para el tratamiento de efluentes gaseosos	643
Desarrollo de un proceso de purificación biológica	645
Relevancia de la investigación en biofiltración	653
Conclusiones	655
Bibliografía	655

PECES TRANSGÉNICOS EN ACUACULTURA; EL CASO DEL SUPERSALMÓN

<i>A. Gracia</i>	659
Introducción	659
Potencial de la biotecnología para el desarrollo de la acuicultura	660
Producción de animales acuáticos transgénicos	662
Selección y construcción de genes recombinantes y métodos de transferencia génica para la producción de peces transgénicos	664
Construcción del "supersalmón" transgénico	667
Bibliografía	679

**ANEXO: POR UN USO RESPONSABLE DE LOS ORGANISMOS GENÉTICAMENTE
MODIFICADOS**

<i>Comité de Biotecnología. Academia Mexicana de Ciencias</i>	675
---	-----

EXTRACTOS CURRICULARES DE LOS AUTORES	695
--	-----