



# CONTENIDO

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| * Prólogo                                                                                                                                                                      | 1  |
| * Resumen                                                                                                                                                                      | 7  |
| * Introducción                                                                                                                                                                 | 11 |
| * Contexto de los microorganismos a nivel mundial y nacional                                                                                                                   | 21 |
| • Conocimiento e importancia de los microorganismos                                                                                                                            | 24 |
| • Manejo y aplicación de microorganismos                                                                                                                                       | 27 |
| * Antecedentes                                                                                                                                                                 | 35 |
| * Objetivos                                                                                                                                                                    | 49 |
| * Objetivo General                                                                                                                                                             | 51 |
| * Objetivos Específicos                                                                                                                                                        | 51 |
| * Problemática                                                                                                                                                                 | 53 |
| • Pérdida de material genético microbiano nativo<br>como consecuencia de la pérdida de ecosistemas y agroecosistemas                                                           | 55 |
| • Contaminación ambiental debida al uso de agroquímicos                                                                                                                        | 56 |
| • Desconocimiento de la diversidad microbiana y necesidad<br>de la conservación <i>in-situ</i>                                                                                 | 57 |
| • Falta de protocolos específicos para la recolección, aislamiento,<br>caracterización y conservación <i>ex-situ</i> de los diferentes grupos microbianos                      | 63 |
| • Ausencia de una Colección Nacional Integrada de Microorganismos de Referencia                                                                                                | 63 |
| • Patógenos y plagas resistentes                                                                                                                                               | 65 |
| • Riesgos de la introducción, manejo y aplicación<br>de microorganismos exóticos en México                                                                                     | 66 |
| • Falta de infraestructura adecuada y formación de recursos humanos capacitados                                                                                                | 68 |
| • Poca investigación dirigida hacia los microorganismos<br>como un recurso genético en México                                                                                  | 69 |
| • Necesidad de un mayor desarrollo tecnológico en la aplicación<br>de microorganismos en los diferentes ámbitos de la agricultura,<br>ganadería, salud y ambiente              | 71 |
| • Falta de vinculación y transferencia de tecnología al campo                                                                                                                  | 72 |
| • Falta de mecanismos legales relacionados con la normatividad<br>y regulación para la exploración, conservación, manejo y aplicación<br>de los recursos genéticos microbianos | 73 |
| • Falta de un enfoque integrado, interdisciplinario e interinstitucional a nivel<br>gubernamental, académico, científico, empresarial, técnico y de productores.               | 74 |
| • Necesidad de una mayor difusión de la investigación, conservación, manejo<br>y aplicación de los microorganismos en México                                                   | 76 |
| * Fortalezas a nivel nacional y regional                                                                                                                                       | 79 |
| • Interés en el estudio, conservación, manejo y aplicación de los recursos<br>genéticos microbianos                                                                            | 81 |
| • Presencia de investigadores que trabajan con microorganismos en los<br>estados de la República Mexicana                                                                      | 81 |
| • Instituciones con infraestructura física y recursos humanos capacitados<br>para la investigación de los recursos genéticos microbianos                                       | 82 |
| * Propuestas y acciones a nivel nacional y regional                                                                                                                            | 85 |



|                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| • Diseño de estrategias para alcanzar los objetivos propuestos                                                                                    | 91  |
| • Fortalecimiento del Subsistema Nacional de Recursos Genéticos Microbianos                                                                       | 93  |
| • Operación                                                                                                                                       | 94  |
| • Evaluación                                                                                                                                      | 94  |
| • Planta académica                                                                                                                                | 94  |
| • Infraestructura                                                                                                                                 | 94  |
| • Productos                                                                                                                                       | 94  |
| • Vinculación                                                                                                                                     | 95  |
| • Recursos financieros                                                                                                                            | 95  |
| • Impacto                                                                                                                                         | 95  |
| • Acciones Prioritarias para la Investigación, conservación, manejo y aplicación de los recursos genéticos microbianos                            | 96  |
| • Líneas de Acción e Investigación Definidas a Partir del <i>Diagnóstico Nacional de los Recursos Genéticos Microbianos de México</i>             | 96  |
| • Fortalecimiento de Áreas de Investigación para su Proyección y Aplicación a Nivel Nacional                                                      | 98  |
| • Inoculantes                                                                                                                                     | 98  |
| • Hongos Comestibles                                                                                                                              | 103 |
| • Control Biológico                                                                                                                               | 106 |
| • Microorganismos Fitopatógenos                                                                                                                   | 111 |
| • Biorremediación                                                                                                                                 | 117 |
| • Restauración Ambiental                                                                                                                          | 119 |
| • Conservación <i>ex – situ</i> de Cepas / Consorcios / Comunidades Microbianas                                                                   | 124 |
| • Fomento y Apoyo en Áreas de Vanguardia Sobre Recursos Microbianos para la Actualización y Proyección de México                                  | 127 |
| • Exploración de la Diversidad Microbiana                                                                                                         | 128 |
| • Bioprospección                                                                                                                                  | 130 |
| • Conservación <i>in – situ</i>                                                                                                                   | 133 |
| • Desarrollo de Investigación Integrando la Genómica, Biología Molecular, Ecología y Epidemiología de los Recursos Microbianos                    | 134 |
| • Biotecnología Microbiana                                                                                                                        | 138 |
| • Bioinformática con Relación a los Recursos Genéticos Microbianos                                                                                | 141 |
| • Regulación, Normatividad y Legislación para la Exploración, Conservación, Manejo y Aplicación de los Recursos Genéticos Microbianos             | 142 |
| • Formación de Recursos Humanos en Relación a los Recursos Genéticos Microbianos a Diferentes Niveles                                             | 146 |
| • Programas Educativos Dirigidos a la Sociedad Mexicana para Fomentar el Conocimiento e Interés en la Importancia de los Microorganismos          | 148 |
| • Propuesta de Análisis y Actualización de Varias Áreas de Investigación y/o Ciencias Relacionadas con los Microorganismos                        | 150 |
| • Vinculación y Desarrollo Tecnológico                                                                                                            | 153 |
| • Fortalecimiento y desarrollo de capacidades en el país                                                                                          | 156 |
| • Conformación de Grupos de Investigadores Especialistas para el Estudio, Conservación, Manejo y Aplicación de los Recursos Genéticos Microbianos | 156 |



|                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| • Grupos de Trabajo                                                                                                                                                                | 156 |
| • Operación de los Grupos de Trabajo                                                                                                                                               | 157 |
| • Planta Académica                                                                                                                                                                 | 157 |
| • Evaluación                                                                                                                                                                       | 157 |
| • Productos                                                                                                                                                                        | 157 |
| • Vinculación                                                                                                                                                                      | 158 |
| • Recursos Financieros                                                                                                                                                             | 158 |
| • Conformación de Nodos Regionales del SUBNARGEM                                                                                                                                   | 159 |
| • Desarrollo de talleres relacionados con la conservación,<br>manejo y aplicación de grupos específicos de microorganismos                                                         | 161 |
| • Desarrollo y Apoyo de Proyectos a Nivel Nacional y Regional Integrados,<br>Interinstitucionales y Multidisciplinarios sobre los Recursos Microbianos                             | 162 |
| • Compromiso Intersecretarial para el Fortalecimiento de la Investigación,<br>Exploración, Conservación, Manejo, Aplicación y Legislación<br>de los Recursos Microbianos de México | 163 |
| • Propuesta de la Red Nacional sobre Recursos Genéticos Microbianos ante el CONACYT                                                                                                | 165 |
| • Difusión de Información Sobre los Recursos Genéticos Microbianos                                                                                                                 | 171 |
| • Creación de un portal en red sobre los recursos genéticos microbianos de México                                                                                                  | 173 |
| • Participación en programas de radio y televisión a nivel nacional y regional,<br>así como en otros medios de comunicación                                                        | 174 |
| • Jornadas de concientización sobre la importancia, aplicación e impacto<br>de los microorganismos en la sociedad                                                                  | 174 |
| • Trípticos, folletos y materiales de divulgación del SUBNARGEM                                                                                                                    | 175 |
| • Comentarios y Reflexiones                                                                                                                                                        | 177 |
| • Esquema de Implementación y Desarrollo de las Líneas Estratégicas de Acción                                                                                                      | 183 |
| • Literatura Citada                                                                                                                                                                | 191 |
| • Glosario                                                                                                                                                                         | 209 |
| • Siglas Utilizadas y Significado                                                                                                                                                  | 221 |
| • Índice de Fotografías                                                                                                                                                            | 225 |