

*Bioética en la biodiversidad:  
una relación poco comprendida.*

EDGAR OTAIZA VÁSQUEZ

*Facultad  
de Ciencias  
Veterinarias*

UNIVERSIDAD  
CENTRAL  
DE VENEZUELA

- <sup>1</sup> Según las leyes internacionales, el ambiente parece estar debidamente protegido. Más de 170 tratados, la mayoría concebidos en los últimos 20 años, virtualmente salvaguardan todas las manifestaciones de la vida sobre la tierra: los millones de seres en el aire, el mar y la tierra están «legalmente» protegidos de los desechos peligrosos, la deforestación, la sobrepesca, la excesiva cacería y la mayoría de otras posibles amenazas a su bienestar, generalmente producidas por la especie humana. Pero este mundo perfecto lo es sólo en el papel, debido a que la inherente debilidad de las reglas de la diplomacia internacional han hecho inútiles a un elevado número de esos tratados ambientales (FRENCH 1994). Muchos negociadores han ideado formas muy sutiles de resistir y hasta de desconocer estos acuerdos, debido al improbable reexamen sistemático del sistema intergubernamental, particularmente el *modus operandi* de las Naciones Unidas. Quizás sea la costumbre de querer obtener decisiones unánimes en las discusiones sobre los acuerdos ambientales internacionales lo que ha minado su efectividad.
- <sup>2</sup> Actualmente, muchas personas saben que la biodiversidad se refiere a genes, especies, hábitats, ecosistemas o que es otra manera de expresar la variedad de la vida. Saben también que, en esencia, es la variedad de las especies nativas en sus zonas de distribución. Pero la magnitud de este conocimiento se reduce cuando se plantean las acciones que hay que acometer para conservar la biodiversidad y lo que significa en términos de la gerencia de su conservación. El desconocimiento es aún mayor cuando se analizan las posibilidades, formas y estrategias de utilizarla razonable o sosteniblemente. La escala de dicho conocimiento queda circunscrita entonces al mundo de los especialistas.
- <sup>3</sup> Las preocupaciones científicas sobre el tema de la conservación de los recursos naturales se remontan a los años inmediatamente posteriores a la finalización de la Segunda Guerra Mundial, cuando el énfasis se hizo en el desarrollo de colecciones de germoplasma más que en la conservación. Esta discusión, orientada principalmente hacia la esfera de la agricultura, se mantuvo hasta los inicios de los años setenta. Desde entonces, el análisis de la conservación y el uso de los recursos genéticos comenzó a deslindarse en dos arenas políticas: **1)** La *agrícola*, representada por la Organización para los Alimentos y la Agricultura (FAO) y el Consejo Internacional para los Recursos Genéticos Vegetales (IBPGR), y **2)** la *ambiental*, representada por el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) (PISTORIUS 1997). El tema de la biodiversidad se popularizó y fue rápidamente aceptado por varias organizaciones ambientales en la década de los ochenta, sustentado sobre dos aspectos: **a)** la decreciente atención y soporte financiero otorgados a los asuntos agrícolas, como consecuencia de los límites y los cuestionamientos a la estrategia de la Revolución Verde (FRANKEL 1970) y **b)** el espectacular aumento del soporte institucional a los esfuerzos de conservación. A ello se agregó el lazo de la sostenibilidad que actuó como eslabón entre las dos arenas políticas (KEYSTONE CENTER 1991). Este es el substrato cuyo contexto sirvió de base para la preparación de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Ambiente y el Desarrollo (UNCED), realizada en Río de

Janeiro en 1992, que marcó, a través de la Convención sobre la Diversidad Biológica, ratificada un año después, la prevalencia indiscutible del asunto biodiversidad.

<sup>4</sup> El escrutinio público de la biodiversidad se hizo notorio hace apenas dos décadas y coincidió con el nacimiento de la biotecnología moderna, la bioética y la bioseguridad, época en la que también comenzaron a analizarse sincronizadamente otros asuntos íntimamente ligados a la biotecnología, como el patentamiento de los seres vivos y de los genes, los derechos de propiedad intelectual, las armas biológicas y los aspectos sociales de la biotecnología, en un evidente desarrollo coevolutivo, seguido del impacto e importancia de la genómica (OTAIZA 1999b).

<sup>5</sup> Sobre lo referido anteriormente, surgen las preguntas: ¿Qué es la bioética y cómo está relacionada con la biodiversidad? ¿Es legítima y productiva esa relación? ¿Cómo se explica e interpreta la conexión entre la biodiversidad, la biotecnología y la bioseguridad? ¿Puede y debe existir un manejo bioéticamente sostenible de la biodiversidad? ¿Cuál es la importancia del principio precautelador en la bioética de la biodiversidad? Tratar de responderlas es el objetivo fundamental de este capítulo.

#### EL PROBLEMA BIOÉTICO

<sup>6</sup> Existe clara evidencia de que el término bioética fue empleado originariamente por van Rensselaer Potter, un bioquímico oncólogo de la Universidad de Michigan, Madison (POTTER 1970). Su intención al proponer el uso de dicho término fue incluir no solamente los aspectos concernientes a la ética médica, sino los de la agricultura animal y vegetal y su relación con el ambiente, en una época en la cual se daban los primeros pasos en lo que sería la biotecnología moderna.

<sup>7</sup> A pesar del hecho de que los aspectos biomédicos y sociales del campo de la bioética son cruciales en la actualidad, aún existe una marcada confusión y heterogeneidad acerca de la definición y alcances del término. La gran variedad de significados dados al mismo está relacionada con las disciplinas que comprende y con las diferencias entre las culturas particulares, religiones y estructuras sociales de un país a otro. Médicos, biólogos, genetistas o antropólogos tienen posiciones intelectuales relevantes influenciadas por un espíritu diferente al de los filósofos, juristas o sociólogos.

<sup>8</sup> La bioética es, fundamentalmente, un concepto de «amor» que balancea los beneficios y los riesgos de las escogencias y las decisiones de las personas. La gran mayoría de las definiciones la refieren a la ética médica, otras la asocian al campo de la moral, al progreso biomédico y hasta al dominio de la vida y de la muerte del ser humano. Pero en casi todas se margina la obvia realidad de tener que considerar a la totalidad de los organismos y al ambiente, puesto que dichos organismos son entes biológicos que comparten una herencia común y entrelazada (OTAIZA 1999b).

<sup>9</sup> En consecuencia, la bioética es el análisis de los asuntos éticos surgidos en la biología y la medicina, pero especialmente los producidos por la actividad humana en la *sociedad* y el *ambiente* a través de la biotecnología.

<sup>10</sup> Es evidente que sólo un enfoque multi- y transdisciplinario puede suministrar la necesaria visión global para abordar con eficiencia los complejos problemas contemporáneos que son propios de la bioética, dentro del mejor espíritu pluralista, de tolerancia y ausente de filosofías dogmáticas. Tanto ello como el análisis de los nuevos desarrollos y productos generados a través de la ingeniería genética indican claramente que bioética

no es sinónimo de ética médica (OTAIZA 1999a), sino que ésta se encuentra insertada en el sistema global de la bioética como un elemento de la misma (OTAIZA 1999b).

#### EL ALCANCE DE LA BIOÉTICA

<sup>11</sup> No puede sorprender entonces que surjan preguntas bioéticas en relación con la biotecnología, dado que esa nueva tecnología se fundamenta en el manejo del material más importante de la vida, el ADN. Debido a que la biotecnología moderna, particularmente la ingeniería genética, ha puesto en manos de la humanidad nuevas herramientas para intervenir en la naturaleza, surge la lógica pregunta de cuán lejos debiera ir la ciencia en la investigación y las aplicaciones biotecnológicas: la nueva tecnología está produciendo muchos beneficios, pero conlleva también muchos riesgos. Es importante analizar estos beneficios y riesgos con un criterio internacional, ya que la globalización ha conducido a las naciones a ser más interdependientes.

<sup>12</sup> Aún cuando el término bioética surgió en 1970, las ideas y conceptos que abarca provienen de la milenaria herencia de la sociedad humana, una herencia que se puede observar en las culturas, religiones y antiguas escrituras de todo el mundo. Las relaciones de los seres humanos con la naturaleza en general y con un Dios o ser superior se conocen desde la prehistoria, por lo cual es imposible definir con precisión el origen del concepto de la bioética. Durante milenios, la especie humana ha estado ligada a la agricultura y las relaciones de los antiguos pobladores del planeta con la naturaleza, una naturaleza que podía ser modificada y cultivada para satisfacer necesidades humanas, envuelven consideraciones bioéticas, como es el caso de quemar un bosque para sembrar: el riesgo de daño ecológico por la acción de quemar es compensado por el riesgo de no tener alimentos. Esto forma parte de la bioética ambiental.

#### CÓMO ESTUDIAR LA BIOÉTICA

<sup>13</sup> Se han planteado dos aproximaciones para analizarla (MACER 1996): **1)** La *no-normativa* que ha sido bautizada como bioética descriptiva, es la descripción factual y la explicación del comportamiento moral y creencias de una sociedad sobre la base de la observación. Describe cómo las personas toman sus decisiones y hacen sus escogencias. A través del *survey* es empleada especialmente por los sociólogos, historiadores y antropólogos. Se refleja en los estudios sobre la aceptación del consumidor y las actitudes del público hacia la biotecnología. Otra aproximación no-normativa es la *metaética* que examina la estructura o la lógica del razonamiento moral, incluyendo justificaciones e inferencias. Esta aproximación analiza críticamente si las posiciones que se toman en los debates bioéticos son: **a)** coherentes con los principios sobre los cuales se dice que están basados y **b)** consistentes con la manera como son tratados otros dilemas éticos comparables.

<sup>14</sup> **2)** La *normativa*, cuya expresión es la bioética prescriptiva, comprende la toma de posiciones morales; intenta formular y defender los principios básicos y virtudes que gobiernan la vida moral y socialmente tolerable. En su forma aplicada, la bioética prescriptiva se refleja en la regulación ética de la biotecnología moderna. Otra forma se materializa en los códigos de conducta, los que generalmente se entienden como una lista de principios que no son suficiente guía para los investigadores individuales en la vida práctica; más aún, carecen de sanciones para los violadores.

<sup>15</sup> En este sentido es ilustrativo el caso de los Valores Éticos Esenciales de la European Association for Bioindustries (EUROPABIO 1997), organización que agrupa a once asociaciones nacionales de biotecnología y unas 600 empresas, entre ellas varios gigantes

multinacionales como Novartis, Unilever y Hoffman-La Roche. Siguiendo a su organización hermana Biotechnology Industry Organization, domiciliada en Washington (USA), el grupo aprobó un documento vinculante para sus miembros, con el título de «Core Ethical Values», que contiene hermosos enunciados, tales como: no usar la biotecnología en la producción de armas, dar soporte a la conservación de la biodiversidad, dar información transparente para ayudar al público a seleccionar productos biotecnológicos, no alterar los genes de las células sexuales humanas y otros, que generalmente no se cumplen. Lamentablemente, ese esfuerzo unificador de la industria biotecnológica europea en materia de bioética puede considerarse no como un primer paso hacia el establecimiento de un grupo de directrices éticas novedosas, sino como un ajuste de sus estrategias de mercadeo. En otras palabras, sufre de la misma ambigüedad de las numerosas regulaciones bioéticas nacionales e internacionales, que carecen de pronunciamientos concretos y operativos hacia el futuro, marginando el carácter proactivo de la bioética y no preven sanciones para los transgresores (OTAIZA 1999b).

#### LA INTERRELACIÓN BIODIVERSIDAD-BIOÉTICA

- <sup>16</sup> La biodiversidad puede considerarse como un sistema dinámico de múltiples especies, interdependientes e interconectadas pero sin dejar de ser autónomas y distintas. Cada especie es un complejo sistema en desarrollo que ha evolucionado concertadamente con su ambiente ecológico, habiendo mantenido su integridad durante decenas y hasta cientos de millones de años (HO y TAPPESER 1997). Esto sugiere que la integridad de las especies y la biodiversidad están inextricablemente unidas, en el sentido de que cada especie está estabilizada por sus inter-relaciones con el entorno ecológico.
- <sup>17</sup> Potter (1970) estableció firmemente los lazos de la bioética con la biodiversidad, de la misma manera como lo hizo con la biotecnología. Un código de ética para el asunto de la biodiversidad fue propuesto por Ehrenfeld (EHRENFELD 1978 en PISTORIUS 1997), poco antes de la irrupción del movimiento ambientalista a principios de los años ochenta, cuando las publicaciones existentes relativas a la extinción en masa de especies captaron la atención de un vasto sector público. En pocos años, la biodiversidad se convirtió en tema de muchos foros, publicaciones y de conversación cotidiana.
- <sup>18</sup> Es conveniente enfatizar que el asunto de los recursos genéticos se refiere a los aspectos del uso y la valorización de los mismos, mientras que el de la biodiversidad cubre también los aspectos del «no-uso» y el «no-valor», destacando en este último el tópico de la bioética. En general, se tiende a considerar que la biodiversidad no es intrínsecamente valiosa, sino que su valor moral es derivado. Esto significa que la totalidad de las características de la vida sobre la tierra deben ser mantenidas tan diversas como sea posible por su valor instrumental para los integrantes (OKSANEN 1997). Esta diferencia en el valor y uso comercial de la biodiversidad contribuyó, por lo menos inicialmente, a diluir el contexto marcadamente político de la discusión (PISTORIUS 1997).

#### EL PRINCIPIO PRECAUTELAR EN LA BIODIVERSIDAD. SU CONEXIÓN BIOÉTICA

- <sup>19</sup> Este principio emergió en la década de los ochenta como una idea conductora en el discurso sobre la política ambiental. Al igual que la sostenibilidad, su aliada en el discurso, no es un concepto preciso. El principio abarca varias nociones clave de ambientalismo, imprecisamente interconectadas, que pertenecen a diferentes perspectivas sobre la toma de decisiones y la economía ecológica. Sus favorecedores enfatizan el poder limi-

tado de la ciencia para predecir el impacto ecológico de la intervención humana en la naturaleza y en los costos ocultos de tales intervenciones para las generaciones futuras. Intuitivamente, la precaución es una guía adecuada para todo tipo de acción, inclusive en la diaria rutina. Aun los animales la practican, dentro de la gama particular de sus posibles comportamientos. Cuando no estamos seguros de las consecuencias de nuestros actos, a menudo posponemos su ejecución para disminuir la incertidumbre de sus efectos y hasta podríamos contenernos de realizarlos si la incertidumbre es elevada.

- <sup>20</sup> En el caso de las decisiones colectivas sobre la intervención del hombre, asociada con un amplio impacto en la naturaleza, el principio precautelar recomienda que en caso de duda y/o escasez de información y comprensión científica sobre las consecuencias ambientales, se debería pecar por un exceso de seguridad. Sin embargo, el principio no especifica el grado de cautela, lo que depende de una evaluación de la severidad y la envergadura del impacto. De esta manera, la toma de decisiones permanece dependiendo del asesoramiento y del conocimiento científicos, ya que al necesitarse información factual, la ciencia es una de las fuentes de información más importantes y seguras. En otras palabras, el principio señala que mientras menos se conoce, más cauteloso se debiera ser. Un excelente tratamiento de este tópico ha sido hecho por Kasanmoentalib (1996) quien, después de analizar las relaciones entre el principio precautelar y la incertidumbre científica y la ignorancia, concluye que los sistemas regulatorios existentes no pueden ser considerados como rigurosamente precautelares, debido a que no se ha admitido suficientemente la existencia de incertidumbres.
- <sup>21</sup> Hoy en día, el principio precautelar se menciona tan frecuentemente en las declaraciones internacionales sobre el ambiente, que es considerado como un principio normativo aceptado internacionalmente. El principio establece que las naciones debieran tomar medidas preventivas o correctivas aun en ausencia de evidencia científica suficiente de una relación causal entre un factor sospechoso y los efectos adversos observados, inclusive, antes de que se pueda observar cualquier efecto.
- <sup>22</sup> La protección de la biodiversidad se ha propuesto como un caso en el cual el principio precautelar debiera ser aplicado con rigor, debido a la irreversibilidad de la extinción de las especies (MYERS 1993), al igual que la liberación intencional al ambiente de organismos modificados genéticamente, a lo cual se volverá más adelante.
- <sup>23</sup> Sin lugar a dudas, el principio precautelar es un principio ético que al ser aplicado a casos concretos debe descansar sobre la información científica. Comparte esta característica con los conocidos principios básicos éticos, como son la autonomía, la justicia, el beneficio y el no hacer daño (riesgo), principios que son llamados «ideales» por otros autores (MACER 1994). En el caso de la biodiversidad está conectado intrínsecamente con la bioética, no solamente a través de la salud ambiental y la prevención del daño irreversible, sino al analizar el beneficio de los riesgos y las escogencias, y sus consecuencias.
- <sup>24</sup> Recientemente, se ha señalado que el principio precautelar deja muchas preguntas abiertas cuando se emplea como una guía general en la toma de decisiones en materia ambiental, ya que el conocimiento científico de ciertos riesgos es un proceso con un extremo abierto que se puede prolongar indefinidamente en tiempo y costo socio-económico (ERNSTE 1999). Nap (1999) formuló una alternativa que permitiría a países en desarrollo adoptar especies transgénicas tolerantes a herbicidas en sus sistemas de producción.

- <sup>25</sup> Hace poco, Gupta delineó el «Principio de Familiaridad» para evaluar los riesgos asociados con los organismos transgénicos, según el cual mientras más familiarizado se está con algo, más comfortable se siente cuando se lo usa. Dicho de otra manera, lo que siempre ha sido seguro también lo es ahora. El principio se aplica también a las bacterias y otros microorganismos empleados en la fermentación y otros procesos de producción de alimentos. Si bien es cierto que muchos microorganismos están asociados con serias enfermedades, las personas se sienten seguras de aquéllos empleados en los alimentos porque están familiarizados con ellos. Inversamente, si no se está familiarizado con algo, entonces se debiera aplicar el principio precautelar, que requiere de una rigurosa evaluación de seguridad (GUPTA 1999). La argumentación empleada para sostener este Principio de Familiaridad tiene un sesgo hacia el empleo irrestricto de los organismos transgénicos.

**EL USO SOSTENIBLE Y BIOÉTICO  
DE LA BIODIVERSIDAD**

- <sup>26</sup> La Convención sobre la Diversidad Biológica promueve un balance entre el uso productivo y el acceso socialmente justo a los recursos biológicos y su conservación. ¿Cuáles son las condiciones sociales, tecnológicas y económicas necesarias para incrementar la productividad de los recursos genéticos, sin erosionar la biodiversidad de la cual dependen las opciones futuras de la humanidad y su sobrevivencia? Este planteamiento conduce a dos asuntos cruciales. El primero es el derecho de propiedad tanto material como intelectual y sus interrelaciones con la equidad y la sostenibilidad. El segundo es la investigación para el desarrollo de nuevos productos y procesos, para incorporar un valor agregado a los recursos biológicos y, por lo tanto, mejorar el nivel de vida de las personas que dependen de ellos (Voss 1997).
- <sup>27</sup> Aun cuando, generalmente, los patrones de uso, transformación y conservación de la biodiversidad difieren marcadamente en el caso de que los recursos genéticos involucrados se encuentren en su hábitat natural (silvestre) o si han sido domesticados, los planteamientos anteriores son válidos para ambos.
- <sup>28</sup> Con frecuencia se menciona, que al dar mayor valor a los recursos genéticos por medio de su transformación en productos útiles y rentables se conduce automáticamente a la conservación de la biodiversidad (Voss 1997, ROJAS 1999). Sin embargo, el principal problema conceptual de esta asunción es que confunde la conservación de características útiles de inmediato uso comercial, con la conservación de la biodiversidad en su sentido global. Es especialmente cuestionable en el caso de los recursos de libre acceso, como las plantas medicinales extraídas en zonas silvestres, lo que puede conducir a la sobreexplotación hasta el punto de su extinción (problema bioético fundamental). La diversidad de las especies de los sistemas marinos y de agua dulce es también altamente vulnerable y en continuo ascenso (WWF 1999). En los sistemas agrícolas, la principal diferencia parece estar en la agricultura tradicional, de bajos insumos, en la cual la manipulación e incremento de la diversidad conforman una vieja estrategia del agricultor para reducir las pérdidas ocasionadas por las enfermedades y las incertidumbres climáticas (Voss 1997). En el caso de la biodiversidad domesticada, las especies y variedades involucradas tienen un valor, aun cuando sea puramente ornamental.
- <sup>29</sup> Los servicios de los sistemas ecológicos y las existencias del capital natural que los produce son críticos para el funcionamiento del sistema de soporte de la vida sobre la tierra y representan parte del valor económico total del planeta. Se ha calculado que su

«valor» económico mundial asciende a unos US \$ 16 a 54 billones ( $10^{12}$ ), con un promedio de US \$ 33 billones anuales, el cual debe ser considerado como mínimo, debido a la naturaleza de las inexactitudes normales de tal cálculo (COSTANZA *et al.* 1997). Las cantidades pueden ser poco confiables, pero de todas maneras son inmensas.

LA PROSPECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD  
Y SU FUTURO

- <sup>30</sup> La bioprospección o prospección de la biodiversidad, término acuñado por el Instituto Nacional de la Biodiversidad (INBIO) en Costa Rica, es un aspecto importante de la utilización de ésta y sus implicaciones bioéticas (ZAMORA y THOMAS 1997). Ha sido definido como la búsqueda sistemática de nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas, microorganismos y otros compuestos potencialmente valiosos, en la naturaleza (JOYCE 1991, PISTORIUS y WIJK 1993).
- <sup>31</sup> El acuerdo entre el INBIO de Costa Rica y la empresa farmacéutica norteamericana Merck & Co., que marcó un hito de avance en la estrategia de la bioprospección, otorga a la farmacéutica acceso al material biológico de la reserva de Talamanca, que podría contener compuestos químicos con propiedades farmacológicas (SITTENFELD y GÁMEZ 1993). Lamentablemente, aunque el contrato descansa en la experiencia de los habitantes de la reserva, estos no fueron consultados durante ninguna fase de la negociación, ni se tomaron las previsiones mínimas para compensarlos adecuadamente en el caso de que se obtuvieran nuevos productos valiosos de los recursos genéticos extraídos de su reserva (SANDE *et al.* 1996). El INBIO ha desarrollado otros proyectos conjuntos con otras compañías, como Diversa y Bristol-Myers Squibb, para detectar no sólo drogas, sino esencias para la industria de los perfumes y agroquímicos, especialmente nematocidas, que puedan encontrar aplicación en la industria bananera. Aún cuando en un lapso de unos tres años el INBIO obtuvo aproximadamente US \$ 3,5 millones de la bioprospección (ZAMORA y THOMAS 1997), una cantidad muy modesta comparada con los US \$ 700 millones de ingresos anuales por concepto de ecoturismo, se contraargumenta que la bioprospección produjo otros beneficios, como el entrenamiento de investigadores costarricenses, así como un incremento del convencimiento público acerca del valor de la biodiversidad, lo que a su vez ejerció mayor presión sobre el Gobierno para que ampliara las medidas conservacionistas en sus parques nacionales (ROJAS 1999).
- <sup>32</sup> Otro proyecto de la Iniciativa Biotrade es la cooperación entre Daimler-Chrysler y la Poverty and Environment in Amazonia (POEMA), una organización iniciada por la Universidad Federal de Pará, Brasil, a fin de conservar la biodiversidad procesando productos de desecho industrial (conchas de coco), un proyecto dudoso no directamente relacionado con el significado original de la conservación de la biodiversidad. En 1995 la empresa norteamericana Andes Pharmaceuticals fundó una empresa de beneficios y riesgos compartidos con un grupo colombiano llamado Bioandes de Colombia S.A., para buscar nuevas drogas anticancerosas, convirtiéndose en la primera empresa en acogerse al Régimen Común sobre el Acceso a los Recursos Genéticos del Pacto Andino, de julio de 1996 (ROJAS 1999). En 1989 se creó la empresa Shaman Pharmaceuticals, según la estrategia de los beneficios recíprocos, para desarrollar nuevos agentes terapéuticos extraídos de especies vegetales, con la participación de indígenas y habitantes locales de las selvas tropicales, basado sobre la diversidad biocultural y la etnobotánica (KING y CARLSON 1995). Desde inicios de la década de los noventa, un grupo de científicos de la Universidad de Cornell y del Instituto Nacional de la Salud (NIH) de

los Estados Unidos establecieron un programa de entrenamiento para jóvenes investigadores de países de la franja tropical de Latinoamérica y África, con el objetivo de extraer productos naturales útiles en el control de enfermedades (RODRÍGUEZ y WEST 1995).

- <sup>33</sup> Recientemente, se reseñaron varios casos de bioprospección, uno de ellos en el Parque Nacional de Yellowstone, que fue llevado a la Corte Federal para su resolución (JONES 1999).
- <sup>34</sup> Como toda estrategia, la bioprospección en los países en desarrollo no sólo involucra aspectos éticos sino que tiene sus limitantes y consecuencias domésticas negativas, como es la necesidad de disponer de una base científica e institucional adecuada, para poder extraer plenamente el potencial de la bioprospección. De lo contrario, los procesos que incorporan un valor agregado definido (monitoreo preliminar de compuestos químicos o la realización de ensayos clínico-médicos) permanecerían en las manos de las naciones industrializadas, con lo cual no se haría más que profundizar el papel histórico de suplidores de materia prima para aquéllos. Es relevante en este aspecto el reciente acuerdo Norte-Sur de bioprospección (investigación y licencia) en horticultura y floricultura firmado entre el Instituto Nacional de Botánica (NBI) en Kirstenbosch, Suráfrica y la Ball Horticultural Co., de Estados Unidos de Norteamérica (HENNE y FAKIR 1999). El acuerdo muestra las dificultades que encara una institución pública cuando no dispone de legislación nacional ni infraestructura de investigación, lo que genera lecciones y un alerta a otros países en desarrollo.
- <sup>35</sup> Existe el peligro de que las naciones en desarrollo se conviertan en exportadoras del conocimiento indígena o popular sobre las plantas medicinales, de lo cual se apropiarían las empresas farmacéuticas transnacionales. Los beneficios locales de la bioprospección podrían permanecer principalmente en manos de los políticos o élites académicas, quienes considerarían tales recursos como un valioso material de exportación y no para compartir. Es el caso reciente de once comunidades indígenas Mayas de Chiapas, México, que han denunciado un proyecto de bioprospección firmado entre la Universidad de Georgia, una universidad mexicana y una empresa británica de biotecnología (NIH 1999); se acusa al director del proyecto, un antropólogo de la Universidad de Georgia, de violar el código de ética de la sociedad que dirige, International Society of Ethnobiology (Anónimo 1999). La bioprospección puede generar recursos financieros escasos, comparada con los otros usos de la biodiversidad, como el caso antes mencionado del INBIO. Estas potencialidades debieran ser sopesadas cuidadosamente por los planificadores nacionales.
- <sup>36</sup> Mirando hacia el futuro, existe una marcada incertidumbre acerca de la demanda mundial de recursos genéticos vegetales, particularmente por las naciones industrializadas. Superada la etapa del libre acceso a los recursos genéticos, la Convención sobre la Diversidad Biológica ha puesto en manos de los países menos desarrollados un valioso instrumento para beneficiarse del comercio mundial de dichos recursos, por lo que los sectores de la industria y la academia en los países desarrollados han tenido que ajustarse a los principios de soberanía de cada nación para poder tener acceso a tales recursos. Esto indica que los países en desarrollo deberán promover, más que cerrar, con mucha inteligencia, el acceso sostenible a sus recursos genéticos, so pena de quedar rezagados en esta tendencia, a pesar de su rica biodiversidad. Es evidente el elevado riesgo bioético (daño) de esta situación.

EL RIESGO DE LA LIBERACIÓN AL AMBIENTE  
DE LOS ORGANISMOS TRANSGÉNICOS

<sup>37</sup> Una parte importante de la bioética es la valoración del riesgo, el análisis y la predicción de los riesgos. La bioética combina la valoración del riesgo, el concepto de evitar el daño, con una valoración de los beneficios, el concepto de hacer el bien o el beneficio. La ingeniería genética genera varios riesgos, como son el riesgo de cambiar sin intención los genes de un organismo, el riesgo de dañar a ese organismo, el riesgo de modificar al ecosistema en el cual habita ese organismo y el riesgo de dañar al ecosistema, así como también el riesgo de modificación o daño a cualquier otro ejemplar de esa u otras especies, incluyendo a los seres humanos (quienes hasta pueden ser el blanco del cambio). El concepto de riesgo en la biotecnología comprende tanto el potencial para cambiar algo como el potencial para hacer daño. La extensión en la cual se juzga a ese daño como subjetivo, depende de los valores humanos, sobre la concepción intransitoria o modificable de la naturaleza. Esto último se relaciona con los extendidos temores del público de que esa tecnología es antinatural (MACER 1996).

<sup>38</sup> El riesgo de modificar organismos o ecosistemas, que puede no comprender al factor daño (que es el significado estándar de riesgo), hace más compleja a la ingeniería genética. Muchos desean proteger a la naturaleza, no por su valor o propiedad, sino simplemente porque está allí. Los conceptos e imágenes que implican los términos vida y naturaleza son similares en diferentes países (MACER 1994).

<sup>39</sup> El manejo de la Unión Europea para permitir la comercialización de una variedad transgénica de la colza tolerante a herbicidas fue analizada por Levidow *et al.* (1996). La proposición generó muchas diferencias de opinión entre los estados miembros de la Unión y de grupos ambientalistas. La decisión puso a prueba el principio precautelar en el ambiente, los criterios de seguridad y su base científica. Se transformó en una prueba de cómo ajustar el amplio debate sobre las cosechas transgénicas tolerantes a herbicidas a la capacidad regulatoria de los estados miembros de la Unión. Es obvia la profunda implicación de la bioética en la valoración de los riesgos y beneficios de tales variedades.

BIODIVERSIDAD MICROBIANA

<sup>40</sup> Los microorganismos ocupan un sitio muy peculiar en la visión general que se tiene de la vida. Reciben escasa atención en los textos generales de biología, son casi ignorados por muchos biólogos y virtualmente desconocidos por el público, a menos que se relacionen con las enfermedades. Es el componente menos comprendido de la biodiversidad. Sin embargo, el adecuado funcionamiento de la biosfera depende absolutamente de las actividades del mundo microbiano. Se estima que, hasta el momento, solamente se conoce un uno por ciento de ella, debido, en parte, a la dependencia de los muestreos en cultivos en laboratorio. Se han diseñado nuevas estrategias para evaluar a las comunidades microbianas en su ambiente natural, basadas sobre los marcadores moleculares, como por ejemplo, la subunidad menor del ARN ribosomal (16 S rRNA), que ha conducido a la clasificación de todos los seres vivos en tres dominios: *Archeæ*, *Bacteria* y *Eucarya*. Estos métodos no sólo han aliviado el fatigoso trabajo del cultivo tradicional en los estudios de la biodiversidad, sino que han permitido identificar nuevos linajes en la vida microbiana: organismos que habían sido circunscritos a fuentes termales, se han encontrado en suelos y océanos a través del mundo o relaciones que han permitido definir más estrechamente la evolución de la vida (REYSENBACH 1998). También, se ha detectado una floreciente vida subterránea

que no realiza la fotosíntesis; algunos especulan que la mayor parte de la biomasa sobre la tierra es subterránea (PACE 1997).

- <sup>41</sup> La utilización de los microorganismos como sujetos de investigación ha jugado un papel central en el desarrollo impresionante de la biología y ciencias afines contemporáneas, lo que encontró su expresión estelar en los inicios de la biotecnología moderna, la bioética y la biodiversidad. Hoy en día encuentran una aplicación adicional en la biorremediación o aplicación de la biotecnología para el tratamiento de ambientes contaminados por una gran variedad de contaminantes.

#### LA GENÓMICA Y EL PROYECTO GENOMA HUMANO

- <sup>42</sup> Nacida hace poco más de una década para servir de interfaz entre la biología y la ciencia computacional, la genómica es la sumatoria de varias herramientas científicas para determinar la función de los genes a través de metodologías experimentales en gran escala, combinada con el análisis estadístico y computacional de los resultados. Su estrategia fundamental es expandir la visión de la investigación desde el estudio de un gen único o una proteína, hacia el estudio de todos los genes o proteínas de una especie, de una sola vez y en forma sistemática. Su postulado central señala que la secuenciación completa de los genomas de muchos organismos, incluyendo a la especie humana, cambiará la forma de hacer biología hacia una visión más holística de los sistemas biológicos, lo que es marcadamente diferente de la «clásica» idea de investigar un gen (o unos pocos genes) a la vez (OTAIZA 1999b).

- <sup>43</sup> La genómica es la fiel expresión de la estrategia de la «gran ciencia», tan común en los Estados Unidos de Norteamérica, que tiene su paradigma en el conocido Proyecto Genoma Humano (VENTER *et al.* 1992), cuyo objetivo es secuenciar no solamente las 3.000 megabases del genoma humano, lo que se alcanzaría en el año 2003 (COLLINS *et al.* 1998), sino el de otras cinco especies piloto significativas para el hombre. Una de ellas, el *Caenorhabditis elegans*, un nemátodo importante en la agricultura, es el primer organismo multicelular cuyo genoma ha sido secuenciado completamente (The *C. elegans* Sequencing Consortium 1998), lo que abre inmensas posibilidades para el estudio de la genómica comparativa y el control de nemátodos en la agricultura. De la reciente unión entre The Institute for Genomic Research (TIGR), institución sin fines de lucro presidida por Venter, con la conocida empresa fabricante de instrumentos científicos Perkin-Elmer, surgió una nueva empresa llamada Celeron Genomics Corp., cuyo objetivo es tratar de secuenciar el ADN humano en tres años, un formidable reto tecnológico más veloz y barato que lo planeado por el Gobierno Federal (SMAGLIK 1998).

- <sup>44</sup> Los retos bioéticos planteados por el Proyecto Genoma Humano, una vez que sea concluido, son enormes en alcance y complejidad; lamentablemente, su análisis escapa a los objetivos de este capítulo. Sin embargo, es válido mencionar solamente algunos de los segmentos más relevantes de este asunto, como por ejemplo: su utilización en el mercado laboral (que conducirá a una Medicina Genómica), las pruebas genéticas y su implicación en los seguros médicos, el impacto en el diagnóstico prenatal y preimplantatorio (preimplantatorio) de enfermedades (GAFO 1993). Se ha mencionado también la posible fabricación de armas bioéticas (OTAIZA 1999b).

- <sup>45</sup> La Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos de la UNESCO, sancionada por unanimidad y aclamación en 1997, consagra la dignidad

humana y el genoma humano, esboza las condiciones de ejercicio de la actividad científica y exhorta a los estados miembros a tomar las medidas apropiadas para promover los enunciados de la misma. Sin embargo, la posibilidad de la clonación humana parece cada vez más próxima, fundamentada sobre el rápido avance de las técnicas respectivas, lo que ha generado un controversial debate bioético.

- <sup>46</sup> El Departamento de Energía de los Estados Unidos de Norteamérica (DOE) y el Instituto Nacional de Salud (NIH) han dedicado entre el 3 por ciento y el 5 por ciento del presupuesto anual del Programa Genoma Humano para el estudio de los asuntos éticos, legales y sociales (ELSI) que giran alrededor de la disponibilidad de la información genética. Esto representa el mayor programa de bioética en el mundo, que se ha convertido en un modelo para otros programas (HGPI 1999).

#### LA SITUACIÓN EN VENEZUELA

- <sup>47</sup> Venezuela ratificó la Convención sobre la Diversidad Biológica como Ley Especial el 12 de septiembre de 1994 y como miembro de la Comunidad Andina de Naciones está obligada a respetar sus obligaciones contraídas en la Decisión 391 (julio de 1996), que regulan el acceso a los recursos genéticos. El país no tiene todavía leyes específicas en materia de biorregulación y bioseguridad, a pesar del hecho de que la Decisión 345 (octubre de 1993) del Pacto Andino conminaba a sus cinco miembros a establecer normas de bioseguridad para diciembre de 1994. Este documento incluye el permiso legal para la liberación intencional de organismos transgénicos al ambiente, así como el desarrollo, ensayo y fabricación de otros productos biotecnológicos (OTAIZA y ARCIA 1999). El importante proyecto de Ley de la Diversidad Biológica fue devuelto al Congreso por la Presidencia de la República, para su reconsideración y la modificación de algunas de sus disposiciones, en octubre de 1998; el instrumento, modificado, fue sancionado por el Congreso en octubre de 1999.
- <sup>48</sup> El estudio de la bioética está reducido a los escasos programas de deontología médica en las Facultades de Medicina, que poco tienen en común con el concepto actual de bioética. No existe enseñanza de la ética en la mayoría de las carreras universitarias en el país y en algunas de ellas sólo como asignatura opcional (ejemplo: en la Facultad de Ciencias, ULA). Sólo recientemente el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) dio un firme paso hacia adelante al producir sendos documentos sobre: Normas de Experimentación en Sujetos Humanos y Animales y unas Normas sobre Bioseguridad, que fueron fundidos en un solo documento, llamado Código de Bioética y Bioseguridad (CONICIT 1999). También, designó una amplia Comisión de Bioética y Bioseguridad para analizar con criterios multi- y transdisciplinarios los asuntos que le son pertinentes.
- <sup>49</sup> El Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) creó una Comisión de Bioética (CBE) interna y produjo un Reglamento que regula solamente los ensayos clínicos en seres humanos y otros seres vivos (IVIC 1998), sin hacer otras consideraciones sobre la definición global de la bioética discutida en este capítulo.

#### Conclusiones

- <sup>50</sup> A medida que se hace evidente la magnitud del impacto humano sobre la biodiversidad se comprenden mejor sus estrechas relaciones con la salud humana, la economía, la justicia social y la seguridad de las naciones. Las necesidades de la sociedad global, hasta ahora no satisfechas, incluyen una información y educación más extensa a

la generalidad de la población, tecnologías que le permitan moverse hacia una biosfera más sostenible, ecológicamente adecuada, económicamente factible y socialmente justa; en otras palabras, bioéticamente concebida. La protección ambiental y su aliada la bioética ambiental deberán jugar un preponderante papel en el siglo XXI, de lo contrario, el «progreso» se volvería en contra de la humanidad si ese «progreso» continúa siendo erosionante para la naturaleza. Para superar este reto se requerirá nueva investigación fundamental, más rápida y efectiva transmisión del conocimiento nuevo o del ya existente tanto a los políticos planificadores para la toma de decisiones, como al público. En otras palabras, surge la necesidad urgente de definir un nuevo contrato social (LUBCHENCO 1998, MERKEL 1998) que represente el compromiso de todas las comunidades industrializadas y de los investigadores científicos en función del ambiente, incluyendo una sistemática actividad educativa a la población. Lubchenco sugiere además, que la investigación ecológica no debiera ser dedicada al desarrollo sustentable ni a la ciencia pura, sino a la «biosfera sostenible».

- <sup>51</sup> En Venezuela, los asuntos bioéticos de la biodiversidad y su uso son de muy reciente consideración, pero existe un creciente interés que permitirá, en el mediano plazo, desarrollar un conjunto de pautas y normas que facilitarán un adecuado tratamiento bioético de sus recursos naturales.

#### REFERENCIAS

- ANÓNIMO, 1999.  
<http://www.guallart.dac.uga.edu/ethics>
- COLLINS, F.S., PATRINOS, A., JORDAN, E., CHAKRAVARTI, A., GESTELAND, R. y WALTERS, L.R. members of the DOE Y NIH planning groups. 1998. New goals for the us. Human Genome Project: 1998-2003. *Science* 282:682-689.
  - CONICIT. 1999.  
*Código Bioética y Bioseguridad*. Gerencia de Diseño y Evaluación de Políticas, Caracas.
  - COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R., PARUELO, J., RASKIN, R.G., SUTTON, P., y VAN DEN BELT, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.
  - ERNSTE, B. 1999. Editorial: The limitations of risk assessment. *Biotech. Develop. Mon.* 38:1-2.
  - EUROPABIO. 1997.  
Europabio's Core Ethical Values.  
<http://www.europa-bio.be>
  - FRANKEL, O. 1970. The genetic dangers in the Green Revolution. *World Agric.* 19:9-13.
  - FRENCH, H.A. 1994. Making environmental treaties work. *Scient. Amer.* Diciembre:62-65.
  - GAFO, J. 1993. Problemas éticos del Proyecto Genoma Humano, en *Ética y Biotecnología*. (ed. J. Gafo), pp: 203-226. Fundación Humanismo y Democracia-Fundación Konrad Adenauer, Univ. Pontificia Comillas, Madrid.
  - GUPTA, S. 1999. usda/aphis regulatory system for agricultural biotechnology products or genetically modified organisms (GMOs). Workshop on Regulatory Framework in Agricultural Biotechnology in Korea. The Rural Development Administration (RDA), 27 abril 1999. AgNet 8 de septiembre de 1999.  
<http://www.findmail.com/listsaver/agnet-1/>
  - HGPI. 1999. Human Genome Project Information.  
<http://www.ornl.gov/hgmis>
  - HO, M.W. y TAPPESER, B. 1997. Potential contributions of horizontal gene transfer to the transboundary movement of living modified organisms resulting from modern biotechnology, en *Transboundary Movement of Living Modified Organisms Resulting from Modern Biotechnology: Issues and Opportunities for Policy-Makers*. (ed. K.J.), pp. 171-193., K.J. (Edit.). International Academy of the Environment, Ginebra, Suiza.

- IVIC. 1998.  
*Aspectos Éticos Generales de las Investigaciones que involucren Seres Vivos*. Anexos 1 y 2. Resolución núm. 48, Caracas.  
<http://www.ivic.ve>
- JONES, P.B.C. 1999.  
Bioprospecting: not a minor issue. *isb News Report*. Agosto de 1999.  
<http://www.isb.vt.edu>
- JOYCE, C. 1991.  
Prospectors for tropical medicines. *New Scientist* octubre:36-39.
- KASANMOENTALIB, S. 1996.  
Deliberate release of genetically modified organisms: Applying the precautionary principle, en *Coping with Deliberate Release –The Limits of Risk Assessment*. (ed. A.van Dommelen), pp: 137-146. International Centre for Human and Public Affairs, Tilburg University, Holanda.
- KEYSTONE CENTER. 1991.  
Keystone International Dialogue Series on Plant Genetic Resources, Final Consensus Report: Global Initiative for the Security and Sustainable Use of Plant Genetic Resources, Third Plenary Session, Oslo, Norway. Keystone, Colorado, USA.
- KING, S.R. y CARLSON, T.J. 1995.  
Biocultural diversity, biomedicine and ethnobotany: The experience of Shaman Pharmaceuticals. *Interciencia* 20:134-139.
- LEVIDOW, A., CARR, S., VON SCHOMBERG, R. y WIELD, D. 1996. Bounding the risk assessment of a herbicide-tolerant crop, en *Coping with Deliberate Release – The Limits of Risk Assessment*. (ed. A.van Dommelen), pp: 81-102. International Centre for Human and Public Affairs, Tilburg University, Holanda,
- LUBCHENCO, J. 1998.  
Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. *Science* 279:491-497.
- MACER, D.R.J. 1994.  
*Bioethics for the people by the people*. Christchurch, Nueva Zelanda: Eubios Ethics Institute. Alternativamente:  
<http://www.biol.tsukuba.ac.jp/~macer/index.html>
- MACER, D.R.J. 1996.  
Public acceptance and risks of biotechnology, en *Coping with Deliberate Release –The Limits of Risk Assessment*. (ed. A.van Dommelen), pp: 227-245. International Centre for Human and Public Affairs, Tilburg University, Holanda.
- MERKEL, A. 1998.  
The role of science in sustainable development. *Science* 282:336-337.
- MYERS, N. 1993.  
Biodiversity and the precautionary principle. *Ambio* 22:74-79.
- NAP, J.P. 1999.  
A transgene-centred approach to the biosafety assessment of transgenic herbicide-tolerant crops. *Biotech. Develop. Mon.* 38:6-11.
- NIH, 1999.  
National Institutes of Health.  
<http://www.nih.gov/fic/opportunities/icbg.html>
- OKSANEN, M. 1997.  
The moral value of Biodiversity. *Ambio* 26:541-545.
- OTAIZA V. E. 1999a.  
Bioética no es ética médica. *Revista SIC*. 62(616): 271-273.
- OTAIZA V. E. 1999b.  
La coevolución entre la biotecnología, la bioética y la bioseguridad. *Interciencia* 24:324-332.
- OTAIZA V, E. y ARCIA, M.A. 2000.  
Country Profiles: Venezuela, en *Biotechnology in the Developing World and Countries* (eds. G. T. Tzotzos y K.G. Skryabin), pp.181-187. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), Viena, Austria. CABI Publishing, Oxon, UK.
- PACE, N.R. 1997.  
A molecular view of microbial diversity and the biosphere. *Science* 276:734-740.
- PISTORIUS, R.J. 1997.  
Scientist, plants and politics – A history of the Plant Genetic Resources Movement. International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia.
- PISTORIUS, R.J. y WIJK, J.VAN. 1993.  
Biodiversity prospecting: Commercializing genetic resources for export. *Biotech. Develop. Mon.* 15:12-15.
- POTTER, V. R. 1970.  
Bioethics, the science of survival. *Persp. Biol. Med.* 14:127-153.

- REYSENBACH, A.L. 1998. New insights into microbial diversity: Implications for natural products discovery. The Second Monroe Wall Symposium on Natural Products, Discovery, Biodiversity and Biotechnology: Building Novel Alliances. Centro de Conferencias idea, *Libro de Resúmenes*. Enero 7-9, Caracas.
- RODRÍGUEZ, E. y WEST, J.E. 1995. International research on biomedicines from the tropical rain forest. *Interciencia* 20:140-143.
- ROJAS, M. 1999. The Biotrade Initiative: Programme for biodiversity-based development. *Biotech. Develop. Mon.* 38:10-14.
- SANDE, T. VAN DE, RUIVENKAMP, G. y MALO, S. 1996. The socio-political context, en *Biotechnology: Building on Farmers' Knowledge*. (eds. J. Bunders, B. Haverkort y W. Hiestra), pp: 181-198. MacMillan Education Ltd., Londres, UK.
- SITTENFELD, A. y GÁMEZ, R. 1993. Biodiversity prospecting by INBIO, en Biodiversity prospecting: Using Genetic Resources for Sustainable Development. pp. 69-97. World Resources Institute, Washington, DC.
- SMAGLIK, P. 1998. Privatizing the human genome? *The Scientist* 12:1.
- THE *C. elegans* SEQUENCING CONSORTIUM. 1998. Genome sequence of the nematode *C. elegans*: A platform for investigating biology. *Science* 282:2012-2018.
- VENTER, J.C., ADAMS, M.D., MARTÍN-GALLARDO, A., MCCOMBIE, W.R., y FIELDS, C. 1992. Genome sequence analysis: Scientific objectives and practical strategies. *Trends Biotech.* 10:8-11.
- VOSS, J. 1997. Participatory breeding and IDRC's biodiversity programme, en *Participatory Plant Breeding. International Plant Genetic Research Institute* (eds. Eyzaguirre e Iwanaga), pp: 3-8. Roma, Italia.
- WWF. 1999. Living Planet Report 1999. <http://www.wwf.org>  
O también: Freshwater species in dramatic decline worldwide. 10 de septiembre de 1999. <http://www.findmail.com/listsaver/agnet-1/>
- ZAMORA, C. y THOMAS, S.M. 1997. Ownership of plant genetic resources: screening and industrial utilization. *Scienc. Pub. Pol.* 24:161-172.

