

ARTÍCULO DE OPINIÓN

Los bancos de recursos genéticos y su papel en la conservación de la biodiversidad

Genetic resource banks and their role in biodiversity conservation

MEDINA-ROBLES, V. M.¹; VELASCO-SANTAMARÍA, Y. M.²; CRUZ-CASALLAS, P. E.³

¹Médico Veterinario Zootecnista, MSc; ²Médico Veterinaria; ³ Médico Veterinario Zootecnista, MSc, PhD.
Grupo de investigación sobre Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos - GRITOX, Instituto de Acuicultura, Universidad de los Llanos, A.A. 110, Villavicencio, Colombia. mauriciomedina77@gmail.com

Recibido en agosto 24 de 2005 • Aprobado en marzo 28 de 2006

RESUMEN

El mantenimiento de la biodiversidad es una problemática actual que involucra aspectos científicos, económicos, políticos y éticos. Sin embargo, la diversidad biológica se ha tomado más como un concepto, sin tener en cuenta el aspecto de conservación. Muchas propuestas alternativas han sido formuladas para lograr la conservación de las especies, entre las cuales, el establecimiento de Bancos de Recursos Genéticos

(BRG) ha sido la más relevante. El surgimiento de un nuevo pensamiento ético y su implicación desde la formación de formadores, permitirá crear una verdadera conciencia de conservación en la humanidad futura.

Palabras clave: bancos genéticos, biodiversidad, bioética, conservación, criobancos.

ABSTRACT

Biodiversity conservation is a present dilemma involving scientific, economic, political and ethical aspects. However, biological diversity has been regarded more as a concept, without considering the aspect of its conservation. Many alternative proposals have been formulated to achieve the conservation of species, and among these, the establishment of genetic resource

banks (GRB) has been the most relevance. The surge of a new ethical thought and its implication on the formation of future teachers will allow creating a true conscience of conservation in the future humanity.

Key words: Genetic banks, biodiversity, bioethics, conservation

INTRODUCCIÓN

Actualmente el término *biodiversidad* es ampliamente utilizado por la sociedad, pero muy pocos individuos conocen su verdadero significado, definiéndolo muchas veces de acuerdo con su nivel cultural o su entorno político y social (Watson y Holt, 2001). En efecto, la biodiversidad puede ser definida o considerada como concepto, como una entidad susceptible de ser medida o como un producto de construcción social y político.

Por su parte, la diversidad biológica se refiere a la va-

riedad y variabilidad que existen entre los seres vivos y los complejos ecológicos en los que se desarrollan, organizados en muchos niveles, desde los ecosistemas completos a las estructuras químicas que constituyen la base molecular de la herencia (genes). Por lo tanto, el término diversidad biológica engloba diferentes ecosistemas, especies, genes, así como su relativa abundancia (OTA, 1987; Gaston, 1996).

La biodiversidad del planeta siempre fue un tema central para la biología, pero en los últimos años también

se ha convertido en un tema de discusión central de otros sectores de la sociedad que han puesto especial atención en su conservación. El auge de la ecología en las últimas décadas ha permitido profundizar en el conocimiento de los ecosistemas y de la complejidad de su funcionamiento y de sus interrelaciones. Se ha tomado conciencia de la importancia que tienen todas las formas de vida para el bienestar y la subsistencia del ser humano y de que hay acciones humanas que aceleran la extinción de especies y de ecosistemas (Greslebin, 2000).

En la actualidad, el tema de la conservación de la biodiversidad está presente en ámbitos políticos, científicos, sociales, económicos y en los medios de comunicación (Macaya, 1998; Greslebin, 2000). Por lo tanto, la conservación de la biodiversidad es un problema científico y técnico, que incide sobre el desarrollo eco-

nómico y social, convirtiéndose también en un problema político; además, es un problema legal y de regulaciones. Lo anterior implica que la interacción de estos factores, pueden llevar realmente a un entendimiento y ofrecimiento de opciones para optimizar en todos los aspectos la temática de la conservación de la biodiversidad.

La aplicación de la biotecnología reproductiva ha sido vista como una herramienta capaz de contribuir potencialmente a la conservación de las especies, soportando la viabilidad de las poblaciones existentes a través del mantenimiento genético. La posibilidad del establecimiento de Bancos de Recursos Genéticos (BRG) para la conservación de las especies salvajes y de interés agrícola y floral, ha sido sugerida como un estrategia para contribuir con este propósito (Watson y Holt, 2001).

RAZONES PARA CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD

La idea que el planeta es un macro-ecosistema, en el cual la comunidad biótica juega un papel primordial, creando y manteniendo condiciones apropiadas para la vida, es el fundamento de la hipótesis Gaia propuesta por Lovelock (1989). Esta hipótesis se fundamenta en que la biomasa autoregula (homeóstasis) las condiciones del planeta para hacer el entorno físico más propicio para el mantenimiento y desarrollo de las especies que lo habitan.

Mundialmente, son varias las razones que se han expuesto para justificar la necesidad de conservar la biodiversidad. Greslebin (2000), resume las siguientes:

Razones económicas: la humanidad se ha desarrollado a partir de la dominación y uso de la naturaleza. El hombre obtiene enormes beneficios directos de la biodiversidad del planeta en forma de medicinas, alimentos, fibras y otras materias primas. Nuestra alimentación básicamente está constituida por productos vegetales, animales y hongos, que son variedades genéticas provenientes de organismos originalmente silvestres. Estas variedades están en continuo riesgo, debido a enfermedades y plagas, así como por el deterioro progresivo de sus hábitats naturales, particularmente por acción antrópica. Se torna entonces necesario realizar un manejo hábil y extensivo de los recursos genéticos para asegurar la subsistencia de este patrimonio para las generaciones futuras. En este sentido, cobra vital importancia la conservación de las

especies silvestres y de su diversidad intraespecífica *in situ*, ya que constituyen el principal reservorio de genes que respaldará su permanencia en el futuro.

Razones de servicios ambientales: los ecosistemas brindan numerosos servicios a la sociedad tales como, el mantenimiento de la composición gaseosa de la atmósfera, la regulación climática, la formación, mantenimiento y recuperación de suelos, la captación de agua, la regulación y el control de plagas o enfermedades nocivas para el hombre o su economía. Por lo tanto, la disminución de la biodiversidad puede afectar profundamente el funcionamiento del ecosistema, reduciendo su capacidad de brindar servicios.

La biodiversidad también se relaciona con la estabilidad del ecosistema y su capacidad de resistir cambios ambientales y disturbios inusuales, los cuales están directamente relacionados con el número de especies. De igual manera, la flexibilidad de una especie en un área dada para ajustarse a cambios en el ambiente, está directamente relacionada con la diversidad genética de su población.

Razones estéticas: además de los beneficios económicos y de los servicios ambientales esenciales para la subsistencia del hombre, la naturaleza brinda gratificaciones estéticas y espirituales que inciden directamente en el bienestar humano. La recreación, la educación, la gratificación de los sentidos, son elementos necesarios para la salud mental y espiritual. Por otra

parte, el valor estético de los ecosistemas resulta directamente en valor económico, ya que permite el desarrollo de actividades turísticas que generan importantes recursos.

Razones éticas: los argumentos éticos relativos a la conservación de la biodiversidad se fundamentan, en general, en dos tipos de criterios: antropocéntricos y de valor intrínseco. El criterio antropocéntrico valoriza la biodiversidad en función de los beneficios que ofrece para el hombre, considerando tanto los valores directos (valor productivo y de consumo) como los indirectos (servicios ambientales, valores estéticos, científicos y

recreacionales). Según este criterio se debe proteger a la naturaleza puesto que ella es la fuente de la vida y la proveedora de los recursos necesarios para la subsistencia del hombre y porque las generaciones futuras tienen derecho a gozar de las mismas oportunidades y recursos que las generaciones presentes. El criterio del valor intrínseco propone que no se debe valorar a la naturaleza por otro criterio que no sea el valor mismo de existir. Es decir, se debe conservar la biodiversidad no por los beneficios que pueda brindarnos o por los perjuicios que pueda producirnos su disminución, sino porque cada especie tiene valor en sí misma y merece igual tratamiento ético que la especie humana.

TIPOS DE CONSERVACIÓN

Existe aún discusión y desacuerdo sobre las ventajas de los métodos de conservación, observándose diferencias entre el aprovechamiento *in situ* y *ex situ* de los ecosistemas. La primera se basa en la conservación a través del manejo de áreas naturales que alojan muchas especies y diversidad ecológica, necesitando de la participación activa del gobierno y de la comunidad local (Watson y Holt, 2001). Ciertamente, todos los conservacionistas coinciden en que la preservación del hábitat es la mejor manera de conservar la biodiversidad; sin embargo, la asignación de grandes terrenos de tierra sin interferencia de humanos puede verse como imposible, debido a las realidades del mundo actual y futuro (Soulé, 1992; Watson y Holt, 2001).

La conservación *ex situ* se direcciona principalmente al mantenimiento de especies únicas para optimizar su reproducción y crianza, minimizando el efecto deletéreo del *inbreeding*. Esta optimización involucra el control de la población a través de la contracepción, así como del desarrollo de biotecnologías para el mantenimiento de las especies. Uno de los beneficios de este tipo de conservación es la posible reintroducción a su hábitat original después de su recuperación, cuando han sido destruidos por el hombre o por desastres naturales (Watson y Holt, 2001).

Soulé (1992) describe una jerarquía bioespacial para proteger la biodiversidad, comenzando por el mantenimiento de ecosistemas completos (protección *in situ*) y procediendo a través de las comunidades, especies, poblaciones (parque zoológico y programas de cría *ex situ*) y criobancos de germoplasma como gametos, embriones, tejidos, etc. Esta organización ofrece ocho alternativas para la sobrevivencia biótica, así:

- **In situ:** sistema de conservación basado en la limi-

tación de áreas salvajes con la menor intervención del hombre.

- **Sistema de conservación inter-situ:** interacción de regiones donde las especies nativas persisten, estando fuera de las áreas protegidas y generalmente son tierras no aptas para la agricultura.
- **Reservas extractivas:** cierta clase de recursos sostenibles cosechables se pueden implementar, permitiéndose en ellos la tala y la cacería controladas.
- **Proyectos de restauración ecológica:** incorpora un manejo intensivo de actividades que tiendan a incrementar especies ricas o productivas en hábitats degradados.
- **Zooparques:** permiten sitios seguros para la convivencia de varias especies nativas y foráneas, que pueden ser mantenidas bajo condiciones seminaturales, sirviendo como santuario de una variedad de especies, aún cuando estas no puedan ser reintroducidas a sus hábitats originales.
- **Proyectos de agroecosistemas y agroforestería:** presentan alto manejo y son sistemas de producción orientados. Se basan en el contexto de prácticas de producción limpias, contribuyen a la reducción de la tala y la cacería en hábitats en peligro.
- **Programas de vida ex-situ:** incluye los zoológicos, acuarios y jardines botánicos, cuyos intereses son la propagación de organismos vivos con propósitos de investigación, enseñanza y conservación.
- **Programas de suspensión ex-situ:** en este caso los materiales vivos son metabólicamente suspendidos y mantenidos en bancos de germoplasma criopreservados (gametos, embriones, tejidos).

IMPORTANCIA DE LOS BRG EN LA CONSERVACIÓN

Los biomateriales de plantas cultivadas y animales se almacenan sistemáticamente en gran parte por la economía y por el deseo de asegurar fuentes seguras del alimento. Los grandes bancos de germoplasma son más comunes para las plantas que para los animales, ya que técnicamente es más fácil almacenar las plantas, es decir, las semillas de muchas de éstas se pueden secar y almacenar simplemente en refrigeradores a 4 o -20°C (Wildt, 1997). Sin embargo, la producción animal se ha beneficiado de los criobancos de esperma y embriones, ya que éstos han permitido mejorar la producción de carne y leche en el ganado doméstico. La tecnología transgénica también ha dado lugar a la producción de millares de nuevos modelos animales. Aunque esta tecnología ha aumentado exponencialmente las oportunidades de investigación, los productos son obtenidos a grandes costos y con poca eficiencia. Los

bancos de esperma y embriones congelados se han convertido en una solución para el mantenimiento de los genotipos, que aunque inmediatamente no sean usados, se convierten potencialmente en recursos valiosos para el futuro (Wildt *et al.*, 1997).

Las colecciones con objetivos particulares también se han desarrollado para que los microorganismos que se utilizan en las industrias ambiental, alimenticia y biomédica sean óptimos por mucho tiempo (Cunningham, 1994). La colección americana de cultivos (ATCC) en Rockville, Maryland, es líder en la conservación en cámara fría, con más de 80.000 cultivos de algas, protozoos, bacterias, bacteriófagos, virus y líneas celulares de hibridomas de hongos y levaduras disponibles para distribución mundial (Wildt *et al.*, 1997).

USO DE LOS BRG EN LA FAUNA

Es obvio considerar las ventajas potenciales de la criobiología para proteger y conservar la fauna. Los avances tecnológicos usados inicialmente en seres humanos y animales domésticos ahora están encontrando gran importancia para las especies animales salvajes, aumentando la necesidad del almacenamiento sistemático de biomateriales. Entre algunas de las ventajas atribuidas a esta alternativa de conservación de la biodiversidad se mencionan:

Movimiento fácil y barato del material genético entre poblaciones vivas: una de las metas de la conservación es mantener poblaciones sanas, con alta variabilidad genética. Los BRG pueden atenuar los efectos de las presiones artificiales de la selección y disminuir los efectos de la endogamia por medio del aporte de genes nuevos, los cuales pueden ser introducidos en poblaciones pequeñas o fragmentadas (Wildt, 1997). De esta forma, se podría evitar el estrés del envío de animales salvajes para su reproducción a otro sitio y así mismo, sería factible inseminar artificialmente a hembras con esperma de animales de poblaciones cautivas o salvajes. Por otra parte, un BRG podría reducir o eliminar la necesidad de extraer animales de su hábitat original para aumentar la diversidad genética de poblaciones de zoológicos, recogiendo el esperma directamente en el medio natural y manteniendo las especies en su entorno.

Seguro: las poblaciones pequeñas son vulnerables a las catástrofes ambientales, a las agitaciones políticas

y a las enfermedades o plagas. Una colección al azar de germoplasma obtenida de una población salvaje antes de una epidemia, podría conservar parte de la diversidad genética original, que se perdería por siempre si no se llegase a tomar esta medida de conservación.

Crecimiento eficaz de la población cautiva: muchas especies animales en parques zoológicos se manejan con el propósito de lograr su reproducción para maximizar la diversidad genética por medio de programas de cría (Hutchins y Wiese, 1991). Por lo general, esto se realiza a través del cruzamiento de parejas específicas; sin embargo, no siempre estas parejas son compatibles sexualmente, con lo cual se ha creado la necesidad de utilizar material crioconservado y la aplicación de técnicas de reproducción asistida, para mantener con base en cruces específicos la diversidad genética.

Optimización del espacio: uno de los desafíos más grandes a los cuales se han enfrentado los parques zoológicos modernos es el espacio insuficiente para el mantenimiento de las especies. Los BRG podrían conformar un "parque zoológico cooperativo", en donde por medio de la crioconservación de semen se pudiera optimizar el espacio, reasignándolo a otras especies en riesgo de extinción y no al mantenimiento de nuevos machos para los programas de reproducción (Johnston, 1995; Wildt, 1997).

ESTABLECIMIENTO DE BRG CON FINES DE CONSERVACIÓN

La colección y almacenamiento de biomateriales de diversas especies es un desafío. La trampa potencial más seria es el desarrollo de colecciones falsas y desorganizadas que no tienen ningún propósito particular en la conservación de la naturaleza. Los depósitos no deben convertirse en almacenes estáticos de biodiversidad o peor en "morgues de genes". Los BRG se deben justificar con base en la conservación *in situ* y *ex situ* y deben proporcionar información relevante en cuanto a la biología de la especie (historia natural y reproducción natural), el número de individuos de poblaciones salvajes y en cautiverio y la accesibilidad a estos animales para donar biomateriales a los BRG. El plan de acción también se debe ocupar de aspectos técnicos de la colección, almacenamiento y uso de los biomateriales, según las necesidades de investigación y financiamiento del BRG. Los recursos genéticos conservados en estos bancos no deben adquirir intereses comerciales, sino que deben ser netamente conservacionistas, ya que se podría caer en un comercio infame, que pondría en mayor peligro a las especies (Wildt *et al.*, 1997).

En Colombia, instituciones de carácter público y privado orientadas al fortalecimiento de la investigación y conservación de los recursos genéticos han establecido bancos de germoplasma, combinando métodos de conservación tanto *in situ* como *ex situ*, y a través de

la crioconservación de células. Algunos de estos centros son:

- El Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, que posee una Unidad de Recursos Genéticos dedicada principalmente a proteger la diversidad genética del frijol, la yuca y de los forrajes tropicales, así como de sus parientes silvestres.
- La Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias –CORPOICA-, la cual implementa un banco de germoplasma de microorganismos aislados del rumen de bovinos en pastoreo en diferentes regiones del país, al igual que bancos genéticos de razas bovinas criollas Colombianas, como el San Martinero.
- El Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos IALL, que considera a la crioconservación seminal, como una de las estrategias para la conservación de especies ícticas nativas de la Orinoquía Colombiana y para el fortalecimiento de la investigación en estas especies.

Por último, es meritorio mencionar todos aquellos centros de conservación de fauna silvestre, que alojan una importante fuente de recursos genéticos, susceptibles de investigación y mejoramiento. A este respecto, el Bioparque "Los Ocarros", es un claro ejemplo en la región de la Orinoquia Colombiana.

CONSIDERACIONES FINALES

La humanidad se ha llenado de justificaciones para la conservación de animales, plantas y microorganismos, con base en el mantenimiento de las cadenas alimenticias, los ecosistemas, la remediación del medioambiente y el mantenimiento de las bioindustrias. Pero más allá de tales ventajas pragmáticas, la biodiversidad debe ser conservada puesto que ésta provee las condiciones para el mantenimiento de la vida. Nosotros como humanos simplemente hacemos parte de uno de los tantos ciclos naturales llevados en el planeta y dentro de las especies mantenidas en éste, la humana quizá sea la única que no afecte este sistema al llegar a su extinción.

Son muchas las propuestas conservacionistas y las prácticas de biotecnología que se han ofrecido como herramientas para el mantenimiento de la biodiversidad; sin embargo, solo la conservación de los hábitats y de los microclimas establecidos a partir de ellos, puede asegurar un verdadero éxito de supervivencia de las especies. Propuestas como la creación

de los Bancos de Recursos Genéticos, nunca podrán abarcar totalmente las estrategias de conservación y reproducción, aunque se vean como ayudas valiosas para este objetivo, ya que actualmente existen brechas en la optimización de esta tecnología, debido básicamente al desconocimiento de varios aspectos de la fisiología reproductiva en muchas especies salvajes, así como factores intrínsecos en el proceso de crioconservación relacionados con mecanismos celulares y moleculares de los biomateriales.

Según la cumbre de Johannesburgo realizada en el 2002, Colombia es el segundo país más rico en especies del mundo después de Brasil, el cual posee un mayor número de especies pero en una superficie siete veces mayor. En promedio, una de cada diez especies de fauna y flora del mundo habita en Colombia. La flora es la primera gran riqueza, ya que Colombia posee entre 45.000 y 55.000 especies de plantas, de las cuales aproximadamente la tercera parte son endémicas. Dentro de éstas se destacan las orquídeas, re-

presentadas en cerca de 3.500 especies, es decir, 15% del total de especies del mundo. En cuanto a vertebrados terrestres, Colombia ocupa el tercer lugar, con 2.890 especies, de las cuales 1.721 son aves, que constituyen el 20% del total de aves del mundo y 358 especies de mamíferos, que representan el 7% del total mundial. En cuanto a reptiles, Colombia posee el 6% del total de especies y en anfibios, aunque actualmente posee alrededor del 10% del total, periódicamente se reportan especies nuevas (Cumbre de Johannesburgo, 2002).

Sin embargo, así como Colombia posee una alta diversidad, esta presenta una enorme vulnerabilidad. Colombia corre con un altísimo riesgo de sufrir extinciones masivas, producidas principalmente por la destrucción de hábitats por deforestación y contaminación. La lista de plantas amenazadas de Colombia abarca cerca de 1.000 especies y en ella, uno de los grupos más amenazados lo constituye, precisamente, el de las orquídeas (UICN, 2004). En cuanto a los animales, se encuentran en gran peligro 39 especies de mamíferos, 86 de aves, 15 especies de reptiles y 23 de peces, según datos de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2004). Todo esto, sin contar con un gran número de especies, tanto vegetales como animales, que se encuentran al borde de la extinción y que aún no han sido reportadas.

Han sido identificadas como causas indirectas de la pérdida de biodiversidad el desconocimiento del potencial estratégico de la biodiversidad, la expansión de la frontera agrícola y los cultivos ilícitos; y como causas directas la transformación del paisaje, la introducción de especies exóticas invasoras, la sobreexplotación, la contaminación y el cambio climático. Pero más preocupante aún, es la falta de personal calificado para adelantar programas y proyectos específicos en materia de conservación, la situación de déficit presupuestal generalizado en el sector público y la grave situación de violencia que afecta buena parte del país y que impide la implementación de dichos proyectos.

Finalmente, todo esto tiene como trasfondo la necesidad de una nueva ética, una ética para la conserva-

ción y el uso sostenible de la biodiversidad. Esta nueva ética parte fundamentalmente de un proceso cultural. Proceso cultural que por sus raíces mismas implica una estrategia a largo plazo, basada sobre todo en enfoques educativos.

No se trata de introducir cursos de biodiversidad o cursos de desarrollo sostenible, se trata de comenzar a construir esa ética, enfocándola en concientizar que estos son problemas del desarrollo, problemas culturales propiamente dichos. Lo anterior implica, en primer lugar, que hay un papel fundamental de formar a los formadores, y en segundo lugar, rendirse a la evidencia de lo que ahora la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) señala como "*la necesidad de aprender durante toda la vida*", dándole entonces un nuevo carácter a aquello que se llamaba hace unos años la formación permanente o la formación continuada. Un nuevo carácter, en el que formando a los formadores, lograremos dar las herramientas y los marcos de análisis para que nuestras generaciones continúen preocupadas permanentemente por lo que son estos grandes temas.

Recientemente, la Agenda Prospectiva de Ciencia y Tecnología e Innovación del Departamento del Meta 2003 - 2013, recoge los lineamientos para lo que denomina el tema de biodiversidad, los cuales resumió en los siguientes grandes temas: a) fomento al conocimiento de la biodiversidad, b) fomento al estudio de la relación grupos humanos y sistemas de conocimiento, c) fomento de la conservación de la biodiversidad, d) apoyo a la prevención y mitigación de procesos de deterioro de la diversidad biológica y cultural y, e) fomento al uso de la biodiversidad y el desarrollo de una política adecuada sobre el manejo de la cuenca del Orinoco. El papel que la Universidad juegue en este propósito, y en especial aquellas universidades establecidas dentro de áreas de gran riqueza biológica, como lo es la Universidad de los Llanos, será decisivo para el aprovechamiento de este recurso inmensurable que alcanzará su verdadero valor cuando sea conocido y utilizado de manera responsable.

PERSPECTIVA DE INVESTIGACIÓN

Según la *Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino* celebrada en el año 2001 en Bolivia, los países deben fortalecer el conocimiento del recurso genético animal y vegetal que poseen en sus territorios, rescatar los recursos conservados en centros internacionales, al igual que ampliar la capacidad de conservación *ex situ* regional y (o) estimular la

conservación *in situ*. En cuanto al recurso animal, propuestas de investigación dirigidas inicialmente al estudio de la fisiología reproductiva básica, pueden facilitar el establecimiento de programas de reproducción y de criopreservación, permitiendo de esta forma continuidad con los centros de conservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENDA PROSPECTIVA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DEL META 2003 - 2013. Colciencias, Gobernación del Meta, Unillanos, Sena, Corpoica, Cormacarena, Pronatta. Villavicencio, Septiembre de 2004. 185 p.
- CUMBRE DE JOHANNESBURGO. 2002. Reseña de Colombia. Conservación de la diversidad biológica. Naciones Unidas. p. 51-57.
- CUNNINGHAM IS. 1994. National academy of science releases long-awaited landmark report on global genetic resource. *Diversity*. 10:33-37.
- ESTRATEGIA REGIONAL DE BIODIVERSIDAD PARA LOS PAÍSES DEL TRÓPICO ANDINO. 2001. Acceso a recursos genéticos, conocimientos tradicionales y distribución de beneficios. Comunidad Andina Banco Interamericano de Desarrollo. 64 p.
- GASTON KJ. 1996. "What is biodiversity?". In: GASTON KJ (Editor), *Biodiversity. A biology of numbers and differences*. Oxford, Blackwell Science. p 1-9.
- GRESLEBIN A. 2000. ¿Por qué conservar la biodiversidad?. *Boletín Patagonia Forestal, Área de protección forestal CIEFAP*. <http://www.arquitecturaandina.com.ar/>
- HUTCHINS M., WIESE RJ. 1991. Beyond genetic and demographic management: the future of the species survival plan and related American association of zoological parks and aquariums conservation efforts. *Zoobiology*. 10:285-92.
- JOHNSTON LA. 1995. Genome resource banking for species conservation: selection of sperm donors. *Cryobiology*. 32:68-77.
- LOVELOCK JE. 1989. Geophysiology, the science of Gaia. *Reviews of Geophysics*. 27:215-22.
- MACAYA G. 1998. Conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Sistema nacional para el desarrollo sostenible SINADES. Universidad de Costa Rica.
- OTA (US Congress Office of Technology Assessment). 1987. *Technologies to Maintain Biological Diversity*, US Government Printing Office, Washington DC. 551 p.
- SOULÈ ME. 1992. Conservation tactics for a constant crisis. *Science*. 253:744-49.
- UICN. Unión mundial para la conservación de la naturaleza. 2004. Red list of threatened species. The IUCN species survival commission. <http://www.iucnredlist.org/2004>.
- WATSON PF., HOLT WV. 2001. Cryobanking the genetic resource: wildlife conservation for the future?. Taylor and Francis, Londres. 463 p.
- WILDT DE. 1997. Genome resource banking: impact on biotic conservation and society. In: KAROW AM., CRITSER J (Editors), *Tissue banking in reproductive biology*. New York Academic Press. pp. 399-439.
- WILDT DE., RALL WF., CRITSER JK., MONFORT SL., SEAL US. 1997. Genome resource banks. Living collections for biodiversity conservations. *Bioscience*. 47:sp.