



CAPÍTULO 13

CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA: UN ENFOQUE DESDE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

Manuel Francisco Polanco Puerta
Sandra Patricia Montenegro Gómez
Juliana Moraes Boldini
Ramón Antonio Mosquera Mena
Martha Cecilia Vinasco Guzmán
Yulian Adalberto Sepúlveda Casadiego²⁵
Martha Liliana Palomino Leiva²⁶

13.1. Introducción

El sustento de los servicios ecosistémicos se basa en su diversidad genética universal, reflejada en múltiples relaciones entre poblaciones de diversas formas de vida de toda la gama de organismos terrestres, habitantes de todos los ecosistemas por encima y debajo del suelo (Swift *et al.*, 2004). En la primera Cumbre de la Tierra, la mayoría de naciones del mundo concordaron en que las acciones antrópicas estaban, eliminando genes, especies y rasgos biológicos a un ritmo preocupante. A partir de esta observación surge la inquietud de cómo esa pérdida alteraría el funcionamiento ecosistémico y su capacidad de abastecer a la humanidad en sus necesidades de supervivencia y prosperidad (Cardinale *et al.*, 2012). Consecuentemente el papel de la biodiversidad ha comenzado a valorarse como un factor vital para los servicios ecosistémicos (Mace *et al.*, 2012). La modificación de la biodiversidad tiene consecuencias de índole funcional en los ecosistemas, ya que sus rasgos pueden mediar directamente en los flujos energéticos o alterar factores abióticos, por ejemplo, la perturbación climática y la limitación de recursos (Chapin *et al.*, 2000).

²⁵ Docentes Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente.

²⁶ Docente Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades.

Correos electrónicos de contacto: manuel.polanco@unad.edu.co, sandra.montenegro@unad.edu.co, juliana.moraes@unad.edu.co.

La diversidad genética es considerada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como un servicio ecosistémico de apoyo (FAO, 2016), por lo tanto, la conservación de todas las formas de vida es vital para la funcionalidad ecosistémica y para poder afrontar diversos retos de supervivencia. Expertos en áreas ambientales y económicas han iniciado hace varios años, investigaciones asociadas al impacto en el desarrollo económico y pérdida de la biodiversidad (Millennium Ecosystem Assessment – MEA, 2005). En este sentido, la figura 13.1, presenta algunos ejemplos que reflejan la importancia y beneficios obtenidos a partir de la conservación de la biodiversidad de genes y especies.

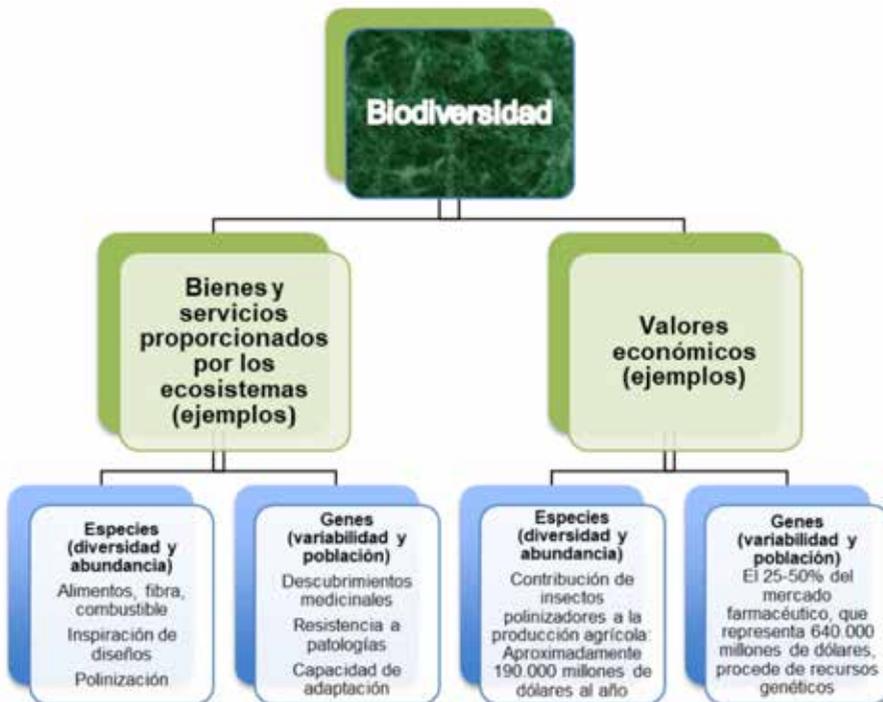


Figura 13.1. Relación entre biodiversidad, servicios ecosistémicos y economía.

Fuente: adaptado de TEEB – Informe sobre la economía de los ecosistemas y la biodiversidad para las empresas – Resumen ejecutivo (2010).

A partir del Convenio sobre la Diversidad Biológica, en el año 2002 se abordó el compromiso que para el año 2010 debía alcanzarse una reducción significativa de la tasa de pérdida de biodiversidad. Aunque este compromiso se incumplió, se destaca el incremento de la presión social a favor de la conservación (Butchart *et al.*, 2010).

13.2. Biodiversidad en Colombia

Colombia no es un país caracterizado por priorizar la protección y conservación de su biodiversidad (MADS, 2014); ante esto, la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (MADS, 2012), reconoce que aún es limitado el conocimiento sobre la biodiversidad colombiana a nivel genético, aunque las cifras reportadas a nivel global ubiquen a al país como el segundo país más biodiverso del planeta. Al respecto, el Instituto Humboldt (2017), ha reportado hasta el año 2017 un registro de 56.343 especies, sin considerar la gran diversidad de microorganismos existentes. Entre las especies registradas 9.153 son endémicas. La disminución evidenciada de la diversidad es cerca del 18%, siendo su mayor amenaza la pérdida de hábitats naturales, por lo general, relacionada con la agricultura y la ganadería expansiva.

En un futuro las cifras de biodiversidad deberán ser complementadas con la microbiota, aún poco explorada, como recurso genético y con un rol funcional fundamental en el equilibrio de los ecosistemas, quizá más importante que los organismos eucariotas. La figura 13.2 refleja en cifras algunos datos de grupos biológicos recolectados en su Reporte de Estado y Tendencias de la Biodiversidad de Colombia (RET) y en la sección Biodiversidad en cifras del SIB, Colombia (Instituto Humboldt, 2017).

Dada la importancia de mantener la seguridad alimentaria de ingesta vegetal, que de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la FAO se sustenta en ingerir mínimo 400 g de vegetales diarios (Montenegro & Rosales, 2015), se vuelve prioritaria la interacción armónica entre la conservación de la biodiversidad y las prácticas agrícolas sustentables, donde predomine la conservación de la diversidad genética vegetal, por lo tanto es relevante el acuerdo de 204 firmado por cerca de 78 países, incluido Colombia, donde se prescribe un compromiso de uso y conservación de los recursos fitogenéticos como eje central de la proyección de una agricultura sostenible enfocada en garantizar la seguridad alimentaria. Este convenio es conocido como el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Al respecto, este capítulo proporcionará información general sobre los recursos fitogenéticos y la importancia de su conservación.

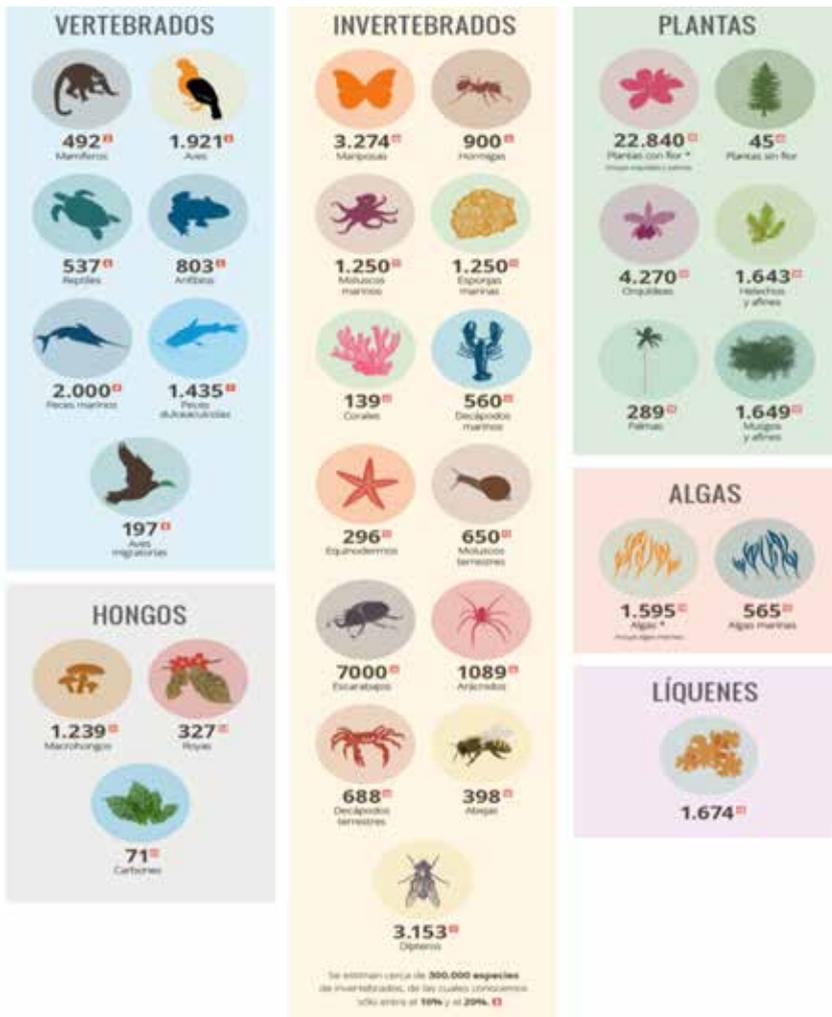


Figura 13.2. Estimativa de la biodiversidad colombiana por grupos biológicos del cual existen datos; en este caso vertebrados, invertebrados, plantas, líquenes, algas y hongos.

Fuente: Instituto Humboldt (2017).

13.3. Conservación de los recursos fitogenéticos

Se conoce como Recurso Fitogenético al material genético de origen vegetal que tiene un valor real o potencial destinado a la alimentación, agricultura, fibras, vestuario, vivienda y energía (FAO, 2015a), por lo que su manejo y uso sustentable, permitirán afrontar desafíos para garantizar la alimentación en el contexto de crecimiento poblacional y cambio climático.

La biodiversidad vegetal de bosques naturales es conocida como germoplasma, concepto semejante a recurso fitogenético, el cual se refiere a la diversidad genética de plantas silvestres y cultivadas de importancia en el sector agrícola (Neiva & Jiménez, 2010) y que busca conservar a largo plazo, material vegetal que será usado en el mejoramiento de cultivos (FAO, 2014). De acuerdo con un informe sobre deforestación presentado por la FAO (2015b), este aprovechamiento genético debe realizarse de forma sustentable para frenar la desproporcionada pérdida de bosques, ocurrida en los últimos años por transformación de sus terrenos para la actividad agrícola u otros usos. Por lo tanto el aprovechamiento debe ir de la mano de iniciativas de conservación, proyectadas hacia la supervivencia de generaciones futuras, donde el respeto entre el aprovechamiento de los llamados recursos botánicos y recursos genéticos, estén estrechamente relacionados con la conservación de sus especies de origen (Navarrete *et al.*, 2012).

13.3.1. Algunas causales de la pérdida de biodiversidad vegetal

Las especies fácilmente adaptables, introducidas en un entorno ambiental, por lo general causan impactos negativos sobre los ecosistemas, se les conoce como *especies invasoras* y son la segunda causa de amenaza sobre la biodiversidad nativa (Altieri, 2007). La contaminación ambiental al originar complejos tóxicos que se propagan por grandes extensiones (Rodríguez, 2009), también es un factor causal de la desaparición de muchas especies. Por su parte el cambio climático, causado por la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI), amenaza la abundancia y distribución de especies en todo el planeta (Badii, 2015).

Las evidencias de Gregor Mendel y la información genética aportada por la estructura del ADN, indican que todas las adaptaciones experimentadas por los organismos vivos, ocurren para enfrentar cambios del medio ambiente donde habitan, guardando esta información en sus genomas para ser transferida a sus descendencias (Hoagland, 1985). Para el caso de las plantas, esta información se refleja en adaptación, productividad, resistencia a condiciones adversas de carácter biótico y/o abiótico (CIAT-UNAL-REDCAPA-CTA, 2007).

La interacción entre plantas y medio ambiente, más el efecto seleccionador del hombre, produjo la agrobiodiversidad, es decir diversidad de especies de plantas que ha utilizado o probado el hombre; al 2003 esta agrobiodiversidad sumaba cerca de 3.000 especies, entre las cuales apenas 20 suplían las necesidades fundamentales de sustento (FAO, 2003). La preocupación generada por depender de tan

pocas especies ha llevado a organizaciones de carácter gubernamental y privado a establecer estrategias para conservar los recursos fitogenéticos, considerados como el pilar biológico de la seguridad alimentaria del planeta (CIAT-UNAL-RED-CAPA-CTA, 2007).

13.3.2. Agricultura y conservación de la diversidad en fitogenética

En términos agrícolas la diversidad vegetal se puede conservar *in situ* (en el lugar donde se produce) en estado silvestre o en las fincas, o *ex situ* (fuera del lugar de producción) en bancos de germoplasma situados en lugares distintos al hábitat natural de la planta (FAO - Focus, 1996). Aunque la agricultura moderna ha ocasionado un efecto negativo en el mantenimiento de la biodiversidad (Cabrera, 2015), es momento de un replanteamiento de su dinámica productiva ya que la conservación de los recursos fitogenéticos es la base de programas de mejoramiento vegetal, que acompañados de buenas prácticas agrícolas, representan grandes beneficios económicos (Navarrete *et al.*, 2012), logrando producir cultivares con genotipos de mayor productividad y adaptabilidad (Berretta *et al.*, 2010).

Por su parte, los sistemas de producción tradicional se caracterizan por tener diversidad de especies, con estructuras de cultivo semejantes a los ecosistemas naturales (Lowrance, 1984; Odum, 1984). Estos sistemas, al contener una mayor variedad genética, expresada en la conservación de diversos mecanismos de supervivencia vegetal, han demostrado ser muy resistentes a plagas, enfermedades y cambios del clima. Adicionalmente han influido en la conservación de otros servicios ecosistémicos, principalmente, los servicios de secuestro y almacenamiento de carbono, polinización y prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo (Hajjar *et al.*, 2008).

En concordancia con el documento: “Uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, la combinación de diversidad genética actual e histórica”; sustenta el potencial para adaptar los cultivos a las necesidades cambiantes de los agricultores y consumidores. Por lo tanto, el conjunto de sistemas de producción tradicionales y modernos, son clave hacia el camino del aprovechamiento de los recursos vegetales desde un principio de conservación abarcando la diversificación, adaptación, mejora y entrega de semillas, acompañado del fitomejoramiento como puente entre la conservación en los bancos de genes y los sistemas de semillas que entregan variedades mejoradas a los agricultores (FAO s.f.a).

13.4. Consideraciones finales

La conservación de los recursos genéticos animales, vegetales, fúngicos y microbiológicos en general, permitirá afrontar retos encaminados hacia el desarrollo sustentable, basado en la protección de los recursos naturales y el buen uso de sus servicios ecosistémicos. De acuerdo con la FAO (s.f.b), en el caso particular de la diversidad fitogenética, existe amenaza de “erosión genética” o pérdida de genes, cuya causa principal es la sustitución de las variedades locales por variedades modernas; ante esta situación, la mejor estrategia de conservación sería la combinación *ex situ* e *in situ*, manteniendo variedades de cultivos en sus agroecosistemas locales y conservación de parientes silvestres; por ejemplo, zonas protegidas por su valor ambiental.

13.5. Estudio de caso

Como ejemplo de estudio de caso, se abordará el yacón (*Smallanthus sonchifolia*), una planta proveniente de los Andes y de consumo en la región suramericana, considerada por la FAO & OMS (2012), como un comestible cuyos valores nutricionales “lo hacen un alimento perfecto para los diabéticos y para personas en dieta”. Poco se conoce sobre la diversidad genética y otras propiedades agronómicas de esta planta en el territorio colombiano, mientras que en Perú, existen bancos de germoplasma con caracterización morfológica y molecular. También en Japón se cuenta con variedades mejoradas en producción de fructo-oligosacáridos (Hernández, 2004).

Considerando, entre otros factores, las características agroecológicas de la ecorregión Eje Cafetero, aptas para establecer cultivos de yacón; se realizó una investigación sobre la variabilidad genética, permitiendo su conservación *ex situ*, en banco de germoplasma en campo. Los resultados de la caracterización morfoagronómica clasificaron 10 biotipos, distribuidos molecularmente en tres grupos destacables, donde se concluyó que las accesiones del grupo uno, fueron las mejores para producción de tubérculos, grupo dos, para producción de doble propósito y el grupo tres, para producción foliar (Polanco & García, 2013).

13.6. Evaluación del capítulo

1. Realizar una propuesta de prospección en agricultura sustentable basada en la conservación de los recursos ecosistémicos, teniendo como eje central la conservación de la diversidad genética.
2. Consulte sobre alguna entidad situada en Colombia, donde se conserven recursos fitogenéticos y, dentro de lo posible, trate de responder los siguientes interrogantes:
 - a. Realice una descripción general de la entidad objeto de su consulta, incluyendo en detalle la información sobre programas de conservación de recursos fitogenéticos.
 - b. ¿De dónde proceden los recursos para el programa de conservación?
 - c. Describa la técnica de conservación empleada.
 - d. ¿La entidad cuenta con algún programa de fitomejoramiento?, profundice.
 - e. Si usted fuera a liderar un programa de fitomejoramiento, ¿cómo lo proyectaría? Describa paso a paso.

Referencias

- Altieri, M.A. (2007). *Biodiversidad y Manejo de Plagas en Agroecosistemas*. Barcelona: Icaria editorial S.A.
- Badii, M.H. (2015). Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos. *Daena (International Journal of Good Conscience)*, 10(2), 156-174.
- Berretta, A., Albín, A., Díaz, R. & Gómez, P. (2010). Recursos fitogenéticos: desafíos y oportunidades. Berretta, A. (Cord) *Estrategia en los recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur*. (pp.7-20). Montevideo, Uruguay: Procisur.
- Butchart, S.H., Walpole, M., Collen, B., Van Strien, A., Scharlemann, J.P., Almond, R. E.,...Carpenter, K.E. (2010). Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science*, 1187512.
- Cabrera, M. (Compiladora) (2015). Ciudadanía ambiental, crisis de la agricultura convencional y desafíos para una agroecología orientada hacia el desarrollo rural. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Bogotá. Recuperado de: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/1222>
- Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P.,... Kinzig, A.P. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59.
- Chapin III, F.S., Zavaleta, E.S., Eviner, V.T., Naylor, R.L., Vitousek, P.M., Reynolds, H.L.,...Mack, M.C. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405(6783), 234-242.

- CIAT-UNAL-REDCAPA-CTA. (2007). En *Multi-Institutional distance learning course on the ex situ conservation of plant genetic resources*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical; Universidad Nacional de Colombia; Bioversity International; Red de Instituciones Vinculadas a la Capacitación en Economía y Políticas Agrícolas en América Latina y el Caribe; Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale.
- FAO. (s.f.a). AGP - *Sustainable Use of Plant Genetic Resources: Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <http://www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/seeds-pgr/sust-use/es/>
- FAO. (s.f.b). *Recursos fitogenéticos o se utilizan o se pierden Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <http://www.fao.org/nr/cgrfa/cthem/plants/es/>
- FAO - focus (1996) *Conservación de la biodiversidad: Colecciones in situ y ex situ; el GCIAI*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <http://www.fao.org/FOCUS/S/96/06/04-s.htm>
- FAO (2003). *Diversidad biológica en la alimentación y la agricultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: http://www.fao.org/fitleadadmin/templates/nr/documents/CGRFA/Newsletter_and_leaflets/Leaflet_SoWBFA_s.pdf.
- FAO & OMS (2012) *Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias Comité coordinador FAO/OMS PARA América Latina y el Caribe 18a Reunión San José, Costa Rica, 19-23 de noviembre de 2012. Documento de proyecto propuesta de nuevo trabajo para una norma regional del codex para el yacón [Smallanthus sonchifolius (Opep et Ende. H. Robinson)]*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación & Organización Mundial de la Salud. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCLAC/CCLAC18/la18_15s.pdf
- FAO (2014). *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3704s.pdf>
- FAO (2015a). *Semillas y recursos fitogenéticos: una base para la vida*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <http://www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/seeds-pgr/es/>
- FAO (2015b). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i4808s.pdf>
- FAO (2016). *Los ecosistemas y los servicios que ofrecen: algunos datos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/382062/>
- Hajjar, R., Jarvis, D. I., & Gemmill-Herren, B. (2008). The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123 (4), 261-270.
- Hernández, U. (2004). *Ensayos de adaptación del yacón en zona cafetera*. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas.
- Hoagland, M. (1985). *Las raíces de la vida*. Cuello, J. (Trad). Mallorca, España: Salvat Editores S.A.
- Instituto Humboldt. (2017). *Biodiversidad colombiana: números para tener en cuenta*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado de: <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1087-biodiversidad-colombiana-numero-tener-en-cuenta>

- Lowrance, R.B. (1984). *Agricultural Ecosystems*. USA: John Wiley and Sons.
- Mace, G.M., Norris, K. & Fitter, A.H. (2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in ecology & evolution*, 27(1), 19-26.
- MADS. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos* (PNGIBSE). Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto Humboldt, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- MADS. (2014). *Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Bogotá D. C, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington D. C.: Island Press. Recuperado de <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Montenegro-Gómez, S., & Rosales-Escarria, M. (2015). Fruto de naidi (*Euterpe oleracea*) y su perspectiva en la seguridad alimentaria colombiana. *Entramado*, 11(2), 200-207. doi: 10.18041/entramado.2015v11n2.22238.
- Navarrete-Frías, C., Umaharan, P., Debouck, D., García, S., Fuller, C., Gibson, N., Jarvis, A., Castañeda-Álvarez, N., & Nowak, A. (2012). *Recursos fitogenéticos: Bases para un futuro resiliente al clima y libre de hambre en el Caribe*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Neiva, S.C. & Jiménez, M.V. (2010). Técnicas de conservación *in vitro* para el establecimiento de bancos de germoplasma en cultivos tropicales. *Agronomía mesoamericana*, 21(1), 193-205.
- Odum, E. P. (1984). Properties of agroecosystems. En R. B. Lowrance. *Agricultural Ecosystems*. USA: John Wiley and Sons.
- Rodríguez, B.E. (2009). *La contaminación ambiental y sus consecuencias Toxicológicas*. España: Beatriz Soledad.
- Swift, M.J., Izac, A.M. & Van Noordwijk, M. (2004). Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes—are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104(1), 113-134.
- TEEB. (2010). Informe sobre la economía de los ecosistemas y la biodiversidad para las empresas – Resumen ejecutivo 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity.