PASADO Y PRESENTE DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL CONTEXTO VENEZOLANO

MARINA MAZÓN y NÉSTOR GUTIÉRREZ

RESUMEN

La restauración ecológica como disciplina se ha hecho más visible en las últimas décadas luego de la creación de la Sociedad para la Restauración Ecológica (Society for Ecological Restoration; SER) y con la posterior creación de diferentes redes locales y regionales, algunas ya consolidadas en varios países de Latinoamérica. En Venezuela, a pesar de contarse con una elevada pérdida de cobertura forestal y cambio de uso, ha habido un avance muy incipiente de la restauración ecológica como estrategia de recuperación de áreas degradadas, siendo en la mayoría de los casos iniciativas locales o proyectos de investigación, a la vez que ha tenido una limitada participación en las redes de restauración ecológica regionales. Se hace necesario una mayor integración de los organismos públicos y privados, así como ONG's, de manera que se logre concretar iniciativas más ambiciosas con enfoque ecosistémico. Solo de esta forma esta disciplina puede cumplir una función activa de recuperación de las áreas degradadas del país, y para ello es imprescindible fortalecer la Red Venezolana de Restauración Ecológica.

Aunque la restauración ecológica como aplicación práctica tiene varias décadas de historia, la creación de la *Society for Ecological Restoration* (SER) en 1987, conformada originalmente como *Society for Ecological Restoration and Management* (SERM; Stanley *et al.*, 2013) constituye un referente mundial y un punto de inflexión. En Latinoamérica, en los últimos años se han ido conformando distintas redes nacionales: México, Brasil, Cuba, Colombia, Argentina y Chile cuentan con sus respectivas redes, y desde el 2013 queda conformada la Sociedad Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica, con sede en Bogotá (Echeverría *et al*., 2015).

En Venezuela, a propósito de la publicación de *La Restauración Ecológica en Venezuela: Fundamentos y Experiencias* (Herrera y Herrera, 2011), se organizó en 2010 el primer Simposio de Restauración Ecológica, que tuvo lugar en Caracas, y fue allí donde se empezó a hablar de conformar una red a nivel nacional. Aunque la red no fue formalizada, el simposio sirvió para mantener en contacto un grupo de investigadores con líneas de investigación dirigidas hacia el ámbito de la conservación y recuperación de ecosistemas. La Universidad Central de Venezuela (UCV) ha seguido organizando el simposio con carácter bienal, y ya en la última edición, celebrada en mayo del presente año, la Red Venezolana de Restauración Ecológica ha sido finalmente conformada (Ismael Hernández, comunicación personal).

En este trabajo se realiza una revisión del estado actual de la restauración ecológica en Venezuela, desde las principales causas de disturbio hasta el marco legal donde se ubica esta disciplina. Se recoge no solo material publicado sino además proyectos que están en fase de desarrollo, con la finalidad de dar una visión más amplia del punto en el que se encuentra esta disciplina en el país, en el contexto sociopolítico actual.

La Deforestación en Venezuela

Aunque Venezuela no es el país con mayores tasas de deforestación en América Latina, presenta una pérdida anual, de acuerdo con la información oficial, de al menos 164Mha de bosque en el periodo 2010-2015 (FAO, 2015). Sin embargo, otras estimaciones sugieren pérdidas mucho mayores; por ejemplo, Kim *et al.* (2015) reportan para el periodo 2000-2010 una tasa anual de deforestación de 326Mha, y de acuerdo con este estudio Venezuela sería el tercer país en Latinoamérica con mayor pérdida de bosques, después de Brasil y Colombia. Esta elevada tasa de deforestación se ha mantenido en forma sostenida en la historia reciente del país: en el periodo de 1920-2008, la superficie boscosa pasó de 74 a 54% de la superficie del país, siendo la región de los Llanos Occidentales y la zona Sur del Lago de Maracaibo las de mayor deforestación (Pacheco *et al.*, 2011a). En esta última región se calcula

PALABRAS CLAVE / Ámbito Legal / Comunidades / Deforestación / Redes / Restauración Ecológica /

Recibido: 15/10/2015. Modificado: 04/06/2015. Aceptado: 07/06/2016.

Marina Mazón. Bióloga y Doctora en Biodiversidad, Universidad de Alicante, España. Investigadora Prometeo, Universidad Nacional de Loja (UNL), Ecuador. Dirección: Programa de Investigación en Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, UNL, sector La Argelia, Loja, Ecuador. e-mail: marinamazonmor@gmail.com

Néstor Gutiérrez. Ingeniero Forestal, Universidad de Los Andes (ULA), Venezuela. Doctor Rerum Naturalium, Universidad Albert Ludwigs, Alemania. Profesor, ULA, Mérida, Venezuela. e-mail: nestguti@gmail.com

que entre 1975 y 1988 se perdió casi el 90% de los bosques (Catalán, 1992) y la tasa anual de deforestación se ha mantenido en ~2,5% en algunas zonas, como en la cuenca del río Catatumbo (Portillo-Quintero *et al.*, 2012). Sin embargo, la tasa de deforestación en otras áreas es muy inferior: en el estado Amazonas se reporta una tasa anual de ~0,02%, la menor de toda la Cuenca Amazónica (Perz *et al.*, 2005).

Entre las principales causas de la deforestación se encuentra la expansión agrícola, la creación de infraestructura, la extracción de madera y la minería (Pacheco *et al.*, 2011b). Estos ecosistemas de reemplazo y la dinámica socioproductiva de esas zonas hace que muchas veces le siga un periodo de abandono por su baja productividad y, en algunos casos, por el avanzado estado de deterioro. Esto se evidencia en el grado de amenaza que presentan algunos ecosistemas de Venezuela, como es el caso de bosques deciduos y semideciduos, bosques ribereños, manglares, bosques nublados y herbazales parameros que se encuentran en situación de vulnerabilidad y peligro crítico en casi toda su distribución al norte del país (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010), por lo que se hace necesario aplicar estrategias de manejo, conservación y recuperación que permitan revertir este escenario.

La Restauración Ecológica: Conceptos y Enfoques

Es un hecho común en nuestras sociedades que, luego de llegar a un estado avanzado de deterioro ambiental, se tomen acciones que permitan resarcir los daños causados para recuperar un estado de evidente menor deterioro. Seguramente en cada región se encontrarán ejemplos históricos de recuperación de ecosistemas o algunos de sus componentes. En el caso de Venezuela es famoso el Decreto de Chuquisaca de Simón Bolívar, en 1825, con el cual se ordena la creación de bosques y la plantación de un millón de árboles donde 'haya más necesidad de ellos' (Liscano, 1996). Esa idea de recuperación de áreas degradadas ha evolucionado rápidamente, tanto en su base teórico-científica como en aspectos técnicos y experimentales. El concepto de restauración ecológica en sí mismo ha evolucionado, abandonando la visión inicial de llevar los ecosistemas a su estado original por la de iniciar o acelerar la recuperación de un ecosistema respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. Más concretamente es "el proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido" (SER, 2004). Tal restablecimiento del ecosistema implica algunos elementos esenciales como composición, complejidad estructural y funcionalidad, así como su dinámica y resiliencia, de forma que permitan su estabilidad a largo plazo (Harris y van Diggelen, 2008; Ceccon, 2013; Elliott *et al.*, 2013), buscando no necesariamente alcanzar un estado exacto a como estaba antes de la perturbación, pero sí considerando los ecosistemas de referencia de las áreas a restaurar, sus interacciones y su dinámica.

Asociado a la restauración existen otros conceptos que en algunos casos se consideran homólogos o componentes del proceso global de restaurar: la rehabilitación, que se refiere a restablecer algún componente o función del ecosistema que puede conducir a un nuevo nivel de desarrollo y estabilidad (Harris y van Diggelen, 2008), y la recuperación, que consiste en restablecer diferentes elementos (generalmente abióticos) que permitan el avance de la sucesión y el restablecimiento de un ecosistema que no necesariamente es el original, pero que se justifica por tratarse de lugares altamente degradados (Ceccon, 2013). Ambas estrategias pueden ser pasos hacia la restauración plena del ecosistema objetivo.

Generalmente la restauración, por su complejidad y elevados costos, se realiza a nivel local, mientras que la rehabilitación y la recuperación se aplican a escalas mayores (Harris y van Diggelen, 2008), aunque existe una tendencia reciente de hacer la restauración de bosques a escala de paisaje, buscando restaurar el balance óptimo acordado entre los beneficios ecológicos sociales y económicos de los bosques a nivel de cuencas o amplias extensiones de tierras (Saint-Laurent y Carle, 2006; Elliott *et al.*, 2013; Sabogal *et al.*, 2015). En todos los casos, es común el uso de una o varias técnicas como plantaciones, siembras, regeneración natural asistida, núcleos, entre otros, que permitan la colonización de especies y avanzar en los estadios sucesionales. También se ha llegado a considerar el uso de especies exóticas, siempre y cuando éstas faciliten recuperar una condición no existente y posteriormente permitan la colonización de las especies nativas (SER, 2004; Elliott *et al.*, 2013).

Dado el estado incipiente de la restauración ecológica en Venezuela, para este trabajo hemos considerado como homólogos los conceptos de restauración, rehabilitación y recuperación, siempre y cuando el objetivo de los trabajos analizados sea la recuperación de la diversidad y función de ecosistemas equivalentes a los originales, de manera de ser amplios en la inclusión de experiencias que podrían contribuir hacia la consolidación de esta disciplina en el país.

Experiencias Locales en Restauración

A pesar del rápido avance de la deforestación, las experiencias en restauración son, en su mayoría, muy locales. Por lo general, estas actividades consisten en la plantación de una (Rodríguez-Altamiranda *et al.*, 2011) o varias (Fajardo *et al.*, 2011b) especies nativas en ecosistemas de elevada vulnerabilidad, tales como bosque ripario o bosque seco. Sin embargo, también se han desarrollado proyectos de recuperación de bosques donde se ha incluido un mayor número de especies, como el trabajo realizado por González *et al.* (2011) para la recuperación de los bosques ribereños del río Caroní, estado Bolívar, donde se plantaron 23 especies nativas o naturalizadas, buscando reconstruir el ecosistema original. También cabe destacar la experiencia de Jerez *et al.* (2014), con plantación de 20 especies nativas en la región de los Llanos Occidentales.

Otras experiencias realizadas en el país se enmarcan dentro de lo que se conoce como restauración pasiva o regeneración natural inducida. Es el caso de diversos trabajos realizados en el estado Barinas, en tres Reservas Forestales administradas por la Universidad de Los Andes (Caparo, Caimital y Ticoporo), donde se han llevado a cabo diversas prácticas silviculturales, como son abrir el dosel, preparar el sustrato, establecer quemas de hojarasca o diseminar semillas, aunque el objetivo de la regeneración era el aprovechamiento forestal del bosque (Jerez *et al.*, 2011). Otra experiencia fue realizada por Gutiérrez *et al.* (2011) en el estado Mérida, donde se facilitó la regeneración natural del bosque húmedo tropical en corredores de una anchura entre 2 y 5m asociados a cultivos de cacao, con la finalidad de aumentar la diversidad biológica (fundamentalmente vegetal y entomológica) y contribuir a la regulación natural de plagas.

En lo que respecta a ambientes marinos, hay experiencias de restauración de arrecifes coralinos en el Parque Nacional Morrocoy, mediante trasplante de colonias desde otras regiones cercanas al parque (Villamizar, 2012).

En algunos casos se desarrollan diversas técnicas para mejorar la efectividad de las actividades de restauración. Es el caso de los hongos micorrícicos arbusculares nativos, los cuales pueden ser inoculados en los individuos plantados, mejorando así su resistencia tras

periodos de sequía en bosque seco (Kalinhoff, 2012), e incluso pueden propiciar el reclutamiento de especies nativas en la Gran Sabana (Cuenca *et al.*, 2002). Otra técnica empleada para sobrevenir la sequía en bosque seco es la incorporación de un hidrogel capaz de almacenar y liberar agua, lo cual da buenos resultados en cuanto a crecimiento en altura y supervivencia de las plántulas (Fajardo *et al.*, 2011b). También se han ensayado distintos sistemas autocontenidos para la supervivencia de las plántulas en zonas de difícil acceso, elaborados a partir de material reciclado y utilizando sustratos obtenidos de residuos agrícolas; los mejores resultados en cuanto a emergencia de plántulas se dieron con papel de servilleta y residuo de sábila (Flores y Herrera, 2010).

Un caso poco documentado, pero que ha tomado elementos esenciales de la restauración ecológica es el realizado en la cuenca del río Morón por el Instituto Venezolano de Petroquímica (actualmente Pequiven) con la finalidad última de recuperar el caudal de la cuenca para poder abastecer la industria petroquímica. En esta cuenca de más de 7000ha, correspondiente a un bosque seco, se aplicaron desde 1969 diferentes técnicas como plantaciones forestales, lluvia de semillas, manejo de ganado para la dispersión, estructuras para alimentación de aves, entre otras, utilizando principalmente especies nativas. Además, el proyecto se complementó con un plan para la reubicación de algunos de los pisatarios de la zona y un programa de educación ambiental que dio origen a Palmichal, sociedad civil que actualmente maneja la cuenca (Gómez, 2012).

Recientemente, la fundación Thomas Merle ha emprendido un proyecto de rehabilitación y recuperación en el cerro La Cervatana en el estado Sucre, en zonas de bosque seco y húmedo montano, donde se tiene previsto promover la restauración pasiva mediante el manejo del fuego a través de estrategias participativas, y por otra parte se prevé el establecimiento de ensayos con diferentes especies nativas para promover la recuperación activa de áreas degradadas en la zona (Sánchez, 2014).

El Papel Gubernamental: Ámbito Legal y Experiencias

Al contrario que otros países de Latinoamérica, Venezuela no cuenta con una ley específica de Restauración Ecológica. De hecho, el Plan de la Patria 2013-2019 (Plan, 2013), que marca las metas a cumplir por el gobierno en dicho periodo, establece como objetivo nacional "contribuir a la conformación de un gran movimiento mundial para contener las causas y reparar los efectos del cambio climático que ocurren como consecuencia del modelo capitalista depredador", pero no contempla actividades de restauración, recuperación o rehabilitación de áreas deforestadas. En las leyes de conservación del patrimonio forestal, la Ley de Bosques (Ley, 2013) promueve aumentar la superficie boscosa, pero se utilizan términos como forestar, reforestar o repoblar, sin hacer referencia a la restauración de los servicios ecosistémicos. Únicamente en el artículo 9 de la Ley Penal del Ambiente (Ley, 2012) encontramos que dentro de las medidas restitutivas que puede ordenar el juez o jueza ante un delito ambiental aparece "la restauración de los lugares alterados al estado más cercano posible al que se encontraban antes de la agresión al ambiente". Más recientemente, en la Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica (MPPA, 2014), el Gobierno establece como meta "tener el 50% de las Áreas Estratégicas de Conservación con planes exitosos de restauración" para el año 2020, una meta poco ambiciosa teniendo en cuenta que no define una proporción de la superficie nacional destinada a restauración. Por su parte, el Plan Nacional de Reforestación Productiva, creado mediante Decreto Presidencial Nº 4.500 (Decreto, 2006) menciona entre sus objetivos "aumentar la superficie boscosa y restaurar del paisaje", pero en la descripción del programa se mantienen los términos reforestación y recuperación (MARN, 2005; Peña, 2011).

En la aplicación práctica de la conservación de bosques naturales hay una gran deficiencia en el monitoreo del cumplimiento de la ley. Los bosques que se encuentran en terreno privado son deforestados por el miedo de los propietarios a que dichos terrenos sean declarados 'terrenos ociosos', definidos como "terrenos rurales que no están en producción agrícola, pecuaria, acuícola ni forestal, conforme al mejor uso según el potencial agroalimentario de la clasificación correspondiente a dichas tierras de acuerdo con la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario, o a los planes nacionales de ordenación agroalimentaria" (INTI, 2015). Aunque la ley establece que "los terrenos donde se localicen bosques naturales no podrán considerarse ociosos e incultos", hay una gran presión social para el aprovechamiento de la tierra, de forma que van apareciendo numerosos asentamientos ilegales, denominados 'invasiones', que ocupan este tipo de tierras y que el gobierno consiente. Los propietarios de fincas, ante el temor de este tipo de invasiones, transforman áreas de bosque en áreas productivas (al menos en apariencia) para poder conservar la propiedad de dichas tierras, contribuyendo peligrosamente a la creciente deforestación.

En lo que respecta a las actividades de restauración impulsadas por el gobierno, el extinto Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, como parte de sus líneas de acción y atendiendo a los lineamientos del plan de la nación, creó en 2005 el Plan Nacional de Reforestación Productiva (PNRP), también conocido como Misión Árbol, el cual tiene entre sus objetivos, además de establecer plantaciones forestales productivas, aumentar la superficie boscosa del país y la conservación de la biodiversidad mediante tres programas: reforestación con fines protectores, reforestación de manantiales y enriquecimiento o recuperación de zonas protectoras (MARN, 2005). Estos programas contemplan la plantación de especies autóctonas en zonas de alta pendiente y en márgenes de ríos o quebradas.

El PNRP tenía previsto la plantación de 150000ha entre 2006 y 2010 en las regiones hidrográficas más importantes del país (MARN, 2005), además de la integración de las comunidades a través de los llamados comités conservacionistas. Un aspecto interesante del PNRP es la integración de las comunidades en la plantación y mantenimiento de las áreas plantadas, así como las jornadas nacionales de recolección de semillas, con lo que se buscaba la integración de diferentes organismos públicos, privados y comunidades organizadas para recolectar 30000kg de semillas de especies autóctonas a ser utilizadas en el plan. Para 2010, se habían conformado cerca de 3000 comités conservacionistas, se habían creado cerca de 1900 viveros comunitarios temporales y 850 escolares, y se habían plantado más de 19000ha a nivel nacional (Ortiz, 2010). Para el caso específico del estado Mérida, se plantaron en 2010 un total de 82ha, lo que representa el 52% de la meta de ese año (Peña, 2011). Los mejores resultados de la Misión se obtuvieron en las estrategias de integración comunal y en las fases de recolección de semillas y establecimiento de viveros.

Otra vía de apoyo a estrategias de restauración por parte del gobierno es la financiación de proyectos de investigación a través de las convocatorias públicas anuales que realiza el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Fonacit). De acuerdo a los listados de los proyectos en ejecución que están disponibles en su página web, en los últimos años tan solo ha habido cinco proyectos (de un total superior a 1000)

financiados con temática explícita de restauración ecológica (Fonacit, 2016). Sin embargo, se desconoce si hay otros proyectos que podrían haber sido rechazados, y no existe una recopilación de proyectos concedidos por otros entes de financiación, tanto nacionales como internacionales.

Rehabilitación de Áreas Degradadas

Aunque en cuanto a proporción de suelo afectada, la deforestación por cambios en el uso del suelo es la mayor perturbación que sufre el país, las actividades de extracción minera han sido, a través de los pasivos ambientales que las empresas extractoras están obligadas a regular, las que han desarrollado la mayor parte de actividades de restauración en territorio venezolano, conducentes a rehabilitar áreas fuertemente degradadas por este tipo de actividades (Jerez *et al.*, 2011). La principal actividad extractora en Venezuela es la extracción de petróleo, llevada a cabo por Petróleos de Venezuela (PDVSA). Las tareas de restauración se centran principalmente en las fosas petrolizadas, y entre estas tareas se incluye la fitorremediación (Infante, 2005; Marger y Hernández-Valencia, 2013). Aunque se han desarrollado distintas tecnologías con resultados positivos (Infante, 2005), incluido el sistema INTEBIOS®, que utiliza *Pseudomonas* para degradar el crudo de una forma más rápida y eficiente (López y Lozada, 2011), la proporción de fosas restauradas supone ~17% del total de fosas inventariadas (PDVSA, 2013). Además, se realizan proyectos de restauración de las áreas adyacentes a las plantas de extracción o de mejoramiento de crudo, aunque sus objetivos generalmente se limitan a la estabilización del suelo mediante la plantación de especies como el vetiver (Gomis, 2013).

Venezuela es un país con una importante extracción de metales, principalmente de hierro, bauxita y aluminio. El Estado es soberano de las riquezas del subsuelo, por lo que las extracciones las realiza el propio Estado o empresas transnacionales que reciben concesiones (Graterol, 2006). También existe la minería ilegal, que registra tasas locales de deforestación de casi el 30% en 20 años (Lezama y Narvaes, 2013). En el noroeste del estado Bolívar se encuentra una importante región de explotación de bauxita, los Pijiguaos, donde se viene desarrollando desde hace ~20 años un gran proyecto de restauración. En dicho proyecto se realiza una restauración activa mediante la plantación de especies exóticas, principalmente gramíneas y algunas arbóreas (Gordon *et al.*, 2011), con una fase posterior de diversificación, y fomentando la regeneración natural en zonas aledañas (Padilla, 2009).

Asociadas a las áreas de préstamo de centrales hidroeléctricas del país, como la central del embalse del Guri, se ha venido aplicando la técnica de hidrosiembra desde 1994 (Flores *et al.*, 2008a) con la que se ha logrado recuperar un área de unas 500ha e incluso ha permitido su manejo como parque ecológico (Flores *et al*, 2008b).

Participación de la Comunidad en Actividades de Restauración

La participación de la comunidad organizada es una pieza fundamental para asegurar la viabilidad de los proyectos de restauración a largo plazo. En el caso de Venezuela, muchas de las comunidades organizadas cuentan con grupos específicos de vocación ambientalista, los comités conservacionistas, fomentados por el PNRP; esta predisposición facilita su participación activa en las actividades de restauración, por lo que la comunidad se inserta en buena parte de los proyectos desarrollados, tanto en la toma de decisiones como en actividades de restauración tales como la recolección de semillas, plantación, delimitación de áreas de exclusión, etc. (Rodríguez-Altamiranda *et al.*, 2011; Salazar *et al.*, 2011; Toro *et al.*, 2012; Jerez *et al.*, 2014). La vinculación con la comunidad trata de establecerse en un largo plazo, como en el programa de servicio comunitario Guardabosques USB, de la Universidad Simón Bolívar, el cual busca vincular a los ciudadanos de manera activa en la restauración de la superficie boscosa de una quebrada a las afueras de Caracas, mediante la plantación de más de 15 especies nativas y naturalizadas (Yerena *et al.*, 2012). También se dan casos de iniciativas comunitarias, como las llevadas a cabo por la Asociación de Coordinadores de Ambiente del municipio Rangel (ACAR) en el páramo merideño, un grupo de agricultores que han recuperado más de 170 nacientes en sus 15 años de vida, mediante exclusión de ganadería de altura y plantación de especies nativas (Ligia Parra, comunicación personal). En el caso de la cuenca del río Morón (desarrollado en un apartado anterior), ha habido una amplia participación de la comunidad a través de la sociedad civil de Palmichal, la cual ha servido de soporte al plan de manejo de la cuenca y como centro de formación.

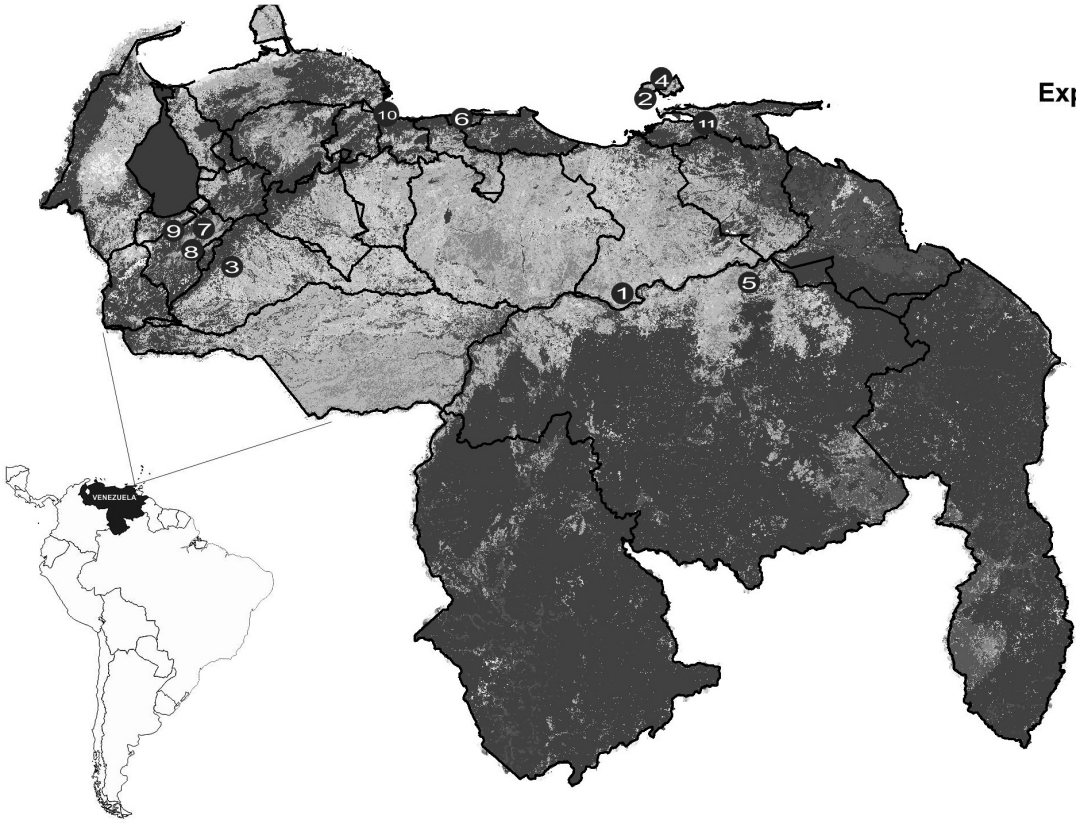
Monitoreo y Seguimiento de la Restauración

Como suele ocurrir en general en los proyectos de restauración ecológica, la fase de monitoreo es la que menos atención recibe. Cuando el proyecto contempla un seguimiento, éste se limita a medir el crecimiento de las especies plantadas (Pietrangeli, 2010; González *et al.*, 2011; Rodríguez-Altamiranda *et al.*, 2011) o algunas propiedades del suelo, como variables físico-químicas (Padilla, 2009), respiración basal, actividad enzimática y carbono, nitrógeno y fósforo microbiano (Hernández-Valencia *et al.*, 2011). En algunos casos se incluyen otros factores relacionados con la composición y estructura de la vegetación (Gutiérrez *et al.*, 2011; Jerez *et al.*, 2011; Gutiérrez *et al.*, 2013a), la respuesta hídrica y fenológica de las plantas introducidas (Ely *et al.*, 2010) o incluso otros componentes no florísticos del ecosistema, tales como la diversidad de algunos grupos de Hymenoptera (Díaz *et al.*, 2011) o la colonización micorrízica del sistema radicular (Fajardo *et al.*, 2011a). Sin embargo, sí se han empleado distintos bioindicadores para detectar cambios en ecosistemas sometidos a distintos grados de perturbación, como la fauna edáfica (Herrera y Cuevas, 2003), investigaciones que pueden ser aplicadas para monitorear el avance de la restauración.

Conclusiones: Retos de la Restauración

La tendencia de cara al futuro debe ser hacia proyectos ambiciosos, donde la visión anticuada y altamente criticada de la reforestación con un reducido número de especies dé paso a un concepto más ecosistémico, con una diversidad de especies que se aproxime mejor a la diversidad real del ecosistema y, además, se incluya a la comunidad como agente activo y tomador de decisiones en las tareas de restauración. Tal es el caso de proyectos que se encuentran en ejecución en selva nublada y en bosques periurbanos (Gutiérrez *et al.*, 2013b).

Por otra parte, es necesario fijar prioridades más específicas de restauración; más allá de lo que plantea la Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica (establecer algunos porcentajes a ser recuperados), se debe atender ecosistemas en estados críticos de amenaza, o que estén subrepresentados en el sistema nacional de protección y conservación. En los casos analizados, vemos que algunos de los ecosistemas considerados con importantes grados de amenaza, de acuerdo con el *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela* (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010), como son los bosques secos, bosques riparios, páramo y algunas sabanas, están representados (Figura 1). Sin embargo, en muchos de los más amenazados, como



Experiencias en restauración

No	Ecosistema	Autor
1	Bosque seco tropical (bosque inundable)	Rodríguez-Altamiranda et al., 2011
2	Bosque ripario y sabana	Fajardo et al., 2011
3	Bosque estacional inundable	Jerez et al., 2011
4	Bosque ripario	Kalinhoff, 2012
5	Bosque ripario	González et al., 2011
6	Sabana hacia bosque	Yerena et al., 2012
7	Páramo	Toro et al., 2012
8	Páramo	Ligia Parra, pers. Com.
9	Bosque húmedo tropical	Gutiérrez et al., 2011
10	Bosque seco tropical	Gómez, 2012
11	Bosque seco y húmedo montano	Sánchez, 2014

Figura 1. Mapa de Venezuela con la ubicación relativa de las experiencias locales de restauración ecológica. Modificado de Bicheron *et al.* (2008).

manglares, arbustales espinosos o bosques deciduos, no se ha reportado ninguna iniciativa de restauración.

En este contexto, es necesaria la acción conjunta de los diversos organismos que participan de alguna manera en las labores de restauración, incluyendo a la empresa privada, instituciones gubernamentales, institutos de investigación y a la comunidad organizada. La Red Venezolana de Restauración Ecológica constituye la herramienta que permitirá la interacción entre todos los actores implicados y ayudará a la consolidación de esta disciplina en Venezuela.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Alicia Cáceres, Ismael Hernández-Valencia, Abel Escobar, Ezequiel Zamora, Jorge Guzmán, Mary Fernández, Josy Zarur, Luis Daniel Llambí y Óscar Romero por sus valiosos comentarios.

REFERENCIAS

Bicheron P, Defoumy P, Brockmann C, Schouten L, Vancutsem C, Huc M, Bontemps S, Leroy M, Achard F, Herold M, Ranera F, Arino O (2008) *GlobCover 2005 - Products Description and Validation Report*. Ver. 2.1. European Space Agency - IONIA. http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php (Cons. 28/05/2016).

Catalán A (1992) El proceso de deforestación en Venezuela entre 1975-1988. *Revista Ambiente*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas, Venezuela. 12 pp.

Ceccon E (2013) *Restauración en Bosques Tropicales: Fundamentos Ecológicos, Prácticos y Sociales*. UNAM-Díaz de Santos. México. 289 pp.

Cuenca G, Andrade Z, Lovera M, Fajardo L, Meneses E, Márquez M, Machuca R (2002) El uso de arbustos nativos micorrizados para la rehabilitación de áreas degradadas de la Gran Sabana, Estado Bolívar, Venezuela. *Interciencia 27*: 165-172.

Decreto (2006) Decreto Presidencial Nº 4.500. Gaceta Oficial Nº 38.445 del 26/05/2006. Caracas. Venezuela.

Díaz FA, Mazón M, Gutiérrez N, Sánchez D, Delourme G, Gaviria J (2011) Changes on insect diversity and richness in two cacao farms under pasive restoration. *SER2011. World Conference on Ecological Restoration* (21-25/08/2011). Mérida, México.

Echeverría C, Smith-Ramírez C, Aronson J, Barrera-Cataño JI (2015) Good news from Latin America and the Caribbean: national and international restoration networks are moving ahead. *Restor. Ecol. 23*: 1-3.

Elliott S, Blakesley D, Hardwick K (2013) *Restauración de Bosques Tropicales: Un Manual Práctico*. Royal Botanic Gardens. Londres, RU. 344 pp.

Ely F, Schwarzkopf T, Rada F, León Y, Gaviria J (2010) Respuesta hídrica y fenológica de epífitas y plantas de sotobosque de una selva nublada andina introducidas en un bosque secundario. *Ecotrópicos 23*: 1-17.

Fajardo L, Cuenca G, Arrindell P, Capote R, Hasmy Z (2011a) El uso de hongos micorrízicos arbusculares en las prácticas de restauración ecológica. *Interciencia 36*: 931-936.

Fajardo L, Rodríguez JP, González V, Briceño JM (2011b) Ensayos preliminares para la restauración de áreas degradadas por actividad de extracción de arena en la península de Macanao, Isla de Margarita. En Herrera F, Herrera I (Eds.) *La Restauración Ecológica en Venezuela: Fundamentos y Experiencias*. Ediciones IVIC. Caracas, Venezuela. pp. 199-213.

FAO (2015) *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015: Compendio de Datos*. Food and Agriculture Organization. Roma, Italia. www.fao.org/3/a-i4808s.pdf (Cons. 20/05/2016).

Flores S, Herrera F (2012) Restauración de áreas degradadas en sitios de difícil acceso utilizando sistemas autocontenidos. *Memorias, Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias de la UCV 2012*.

Flores R, Novara L, Fernández M (2008a) La hidrosiembra: alternativa para recuperar zonas degradadas ambientalmente en proyectos hidroeléctricos. *V Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos*. San Miguel de Tucumán, Argentina.

Flores R, Novara L, Fernández M (2008b) Actualización sobre el plan de recuperación ecológica de áreas de préstamo de la hidroeléctrica Simón Bolívar de Guri. *V Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos*. San Miguel de Tucumán, Argentina.

Fonacit (2016) *Proyectos en Ejecución*. www.fonacit.gob.ve/proyectos (Cons. 20/05/2016).

Gómez AV (2012) *El Sueño de un Visionario: La Recuperación de la Cuenca del Río Morón. Cápsulas Para Volar*. http://rubendarioperalta.

blogspot.com/2012/02/el-sueno-de-un-visionario-la.html (Cons. 30/05/2016).

Gomis CJ (2013) Proyecto de restauración ambiental del área sur de la planta de mejoramiento de crudo de Operadora Cerro Negro (OCN), José, Estado Anzoátegui, Venezuela. 11 pp. www.vetiver.org/ICV4pdfs/BA13es.pdf (Cons. 21/04/2015).

González V, Briceño E, Ramos B (2011) La restauración ecológica de los bosques ribereños bel bajo Caroní. En Herrera F, Herrera I (Eds.) *La Restauración Ecológica en Venezuela: Fundamentos y Experiencias*. Ediciones IVIC. Caracas, Venezuela. pp. 215-237.

Gordon E, Alessi F, Estrada A, Lisena M (2011) Rehabilitación de la vegetación en una mina de bauxita en Venezuela. En Herrera F, Herrera I (Eds.) *La Restauración Ecológica en Venezuela: Fundamentos y Experiencias*. Ediciones IVIC. Caracas, Venezuela. pp. 117-197.

Graterol B (2006) Procesos relevantes de degradación de ecosistemas en la Guayana venezolana. *Rev. Dig. Ceniat Hoy 12* 1-12.

Gutiérrez N, Gaviria J, Luján M, Mazón M, Bustos G, Delourme G (2011) Microcorredores como estrategia de restauración y conservación de la diversidad biológica en cultivos permanentes. *SER2011. World Conference on Ecological Restoration* (21-25/08/2011). Mérida, México.

Gutiérrez N, Mazón M, Gaviria J, Luján M, Bustos G (2013a) Recuperando la diversidad en cacaotales de la zona Sur del Lago de Maracaibo de Venezuela. *III Congr. Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica*. Bogotá, Colombia (29-31/07/2013).

Gutiérrez N, Gámez LE, Pacheco CE (2013b) Restauración ecológica como alternativa para la recuperación de áreas degradadas peri-urbanas como una estrategia de mitigación del cambio climático. Proyecto en desarrollo financiado por Fonacit. Venezuela.

Harris JA, van Diggelen R (2008) Ecological restoration as a project for gobal society. En van Andel J, Aronson J (Eds.) *Restoration Ecology: The New Frontier*. Blackwell. Mandel, MA, EEUU. pp. 1-15.

Hernández-Valencia I, Pérez M, Lisena M (2011) Calidad del suelo en zonas rehabilitadas de una mina de bauxita. En Herrera F, Herrera I (Eds.) *La Restauración Ecológica en Venezuela: Fundamentos y Experiencias*. Ediciones IVIC. Caracas, Venezuela. pp. 165-175.

Herrera F, Cuevas E (2003) Artrópodos del suelo como bioindicadores de recuperación de sistemas perturbados. *Venesuelos 11*: 67-78.

Herrera F, Herrera I (Eds.) (2011) *La Restauración Ecológica en Venezuela: Fundamentos y Experiencias*. Ediciones IVIC. Caracas, Venezuela. 243 pp.

Infante C (2005) Contaminación de suelos y recuperación ecológica en Venezuela. *Acta Biol. Venez. 25*: 43-49.

INTI (2015) *Glosario*. Instituto Nacional de Tierras. Caracas, Venezuela. www.inti.gob.ve/GLOSARIO.pdf (Cons. 21/04/2015).

Jerez M, Quevedo A, Moret AY, Plonczak M, Garay V, Vincent L, Silva JD, Rodríguez LE (2011) Regeneración natural inducida y plantaciones forestales con especies nativas: potencial y limitaciones para la recuperación de bosques tropicales degradados en los llanos occidentales de Venezuela. En Herrera F, Herrera I (Eds.) *La Restauración Ecológica en Venezuela: Fundamentos y Experiencias*. Ediciones IVIC. Caracas, Venezuela. pp. 35-60.

Jerez M, Moret AY, Pacheco F, Mucherino J, Salcedo P, Landaeta Y (2014) Plantaciones forestales mixtas para la producción de bienes, restauración de bosques y mitigación local del cambio climático en Venezuela. *VI Congreso Forestal Latinoamericano*. Michoacán, México (20-24/10/2014).

Kalinhoff CG (2012) Influencia de las micorrizas arbusculares sobre el crecimiento y respuesta a la sequía de *Piscidia carthagenensis* Jacq.: implicaciones en la recuperación de un bosque seco de la península de Macanao, Isla de Margarita. Tesis. Universidad Central de Venezuela. 205 pp.

Kim DH, Sexton JO, Townshend JR (2015) Accelerated deforestation in the humid tropics from the 1990s to the 2000s. *Geophys. Res. Lett. 42*: 3495-3501.

Ley (2012) *Ley Penal del Ambiente*. Gaceta Oficial Nº 39.913 del 02/05/2012. Caracas, Venezuela. (www.minamb.gob.ve/files/ley%20penal%20del%20ambiente/Ley%20Penal%20del%20Ambiente.pdf).

Ley (2013) *Ley de Bosques*. Gaceta Oficial Nº 403.780 del 06/08/2013. Caracas, Venezuela. (www.asambleanacional.gov.ve/uploads/leyes/2013-07-16/doc_05a8cc1ae88b8266712164 73c5bfee0ab28da895.pdf).

Lezama JC, Narvaes IS (2013) Análisis multitemporal para la detección de cambios ocasionados por actividades de minería ilegal en la cuenca media del río Caroní, Venezuela. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoramento Remoto*. Foz do Iguaçu, Brasil (13-18/04/2013). pp. 7382-7389.

Liscano A (1996) *Simón Bolívar en Tres Perfiles: Ensayo de Aproximación a sus Ideas Fundamentales*. 1ª ed. ParaDigma. México. 120 pp.

López NA, Lozada JR (2011) Uso de la biorremediación para el saneamiento de sustratos contaminados por petróleo en el Oriente de Venezuela. *Ecodiseño Sostenibil. 3*: 227-236.

Marger D, Hernández-Valencia I (2013) Actividad microbiana durante la fitorremediación de un suelo contaminado con un crudo liviano. *Rev. Fac. Agron. LUZ 30*: 53-72.

MARN (2005) *Plan Nacional de Reforestación Productiva*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Caracas, Venezuela. 31 pp.

MPPA (2014) *Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica 2010-2020 y su Plan de Acción Nacional*. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Caracas, Venezuela. http://diversidadbiologica.minamb.gob.ve/estrategia/ (Cons. 10/04/2015).

Oliveira-Miranda M, Huber O, Rodriguez JP, Rojas-Suárez F, Oliveira-Miranda R de, Zambrano-Martinez S, Giraldo-Hernández D (2010) Riesgo de eliminación de los ecosistemas terrestres de Venezuela. En Rodríguez JP, Rojas-Suárez F, Giraldo-Hernández D (Eds.) *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. Provita-Shell-Lenovo. Caracas, Venezuela. pp. 107-263,

Ortiz R (2010) Enfoques sobre el estado actual del Árbol Misión Socialista. *Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias de la UCV 2010.*

Pacheco C, Aguado I, Mollicone D (2011a) Las causas de la deforestación en Venezuela: un estudio retrospectivo. *BioLlania 10*: 281-292.

Pacheco C, Aguado I, Mollicone D (2011b) Dinámica de la deforestación en Venezuela: análisis de los cambios a partir de mapas históricos. *Interciencia 36*: 578-586.

Padilla JG (2009) *Proceso de Recuperación de las Tierras Afectadas por la Explotación de Bauxita Mediante la Aplicación de Nuevas Tecnologías Agroambientales. Microcuenca de los Pijiguaos y la Batea. Cuenca río Suapure. Estado Bolívar. Venezuela*. FIVE-UMP-UNEXPO. Ciudad Guayana, Venezuela. 79 pp.

PDVSA (2013) *Balance de la Gestión Social y Ambiental 2013*. Petróleos de Venezuela, S.A. Caracas, Venezuela. www.pdvsa.com/ (Cons. 22/04/2015).

Peña K (2011) Evaluación de resultados del Plan Nacional de Reforestación Productiva de a nivel regional (estado Mérida) para el año 2010. *III Seminario Iberoamericano de Desarrollo, Sostenibilidad y Ecodiseño* 2011. www.forest.ula.ve/doctoradodsc/ponencias/2011/presentacion%20Mision%20arbol%20karina%20pena.pdf VERIFICAR URL (Cons. 12/10/2015).

Perz SG, Aramburú C, Bremner J (2005) Population, land use and deforestation in the Pan Amazon Basin: a comparison of Brazil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú and Venezuela. *Environ. Devel. Sustain. 7*: 23-49.

Pietrangeli M (2010) Factores que afectan el crecimiento y la sobrevivencia de las especies forestales utilizadas en el plan de restauración de escombreras, mina Paso Diablo, municipio Mará, Edo. Zulia, Venezuela. *Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias de la UCV 2010*.

Plan (2013) *Plan de la Patria 2013-2019. Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación*. Caracas, Venezuela (www.asambleanacional.gob.ve/ uploads/botones/bot_90998c61a54764da3be94c3715079a7e74416eba.pdf).

Portillo-Quintero CA, Sanchez AM, Valbuena CA, Gonzalez YY, Larreal JT (2012) Forest cover and deforestation patterns in the Northern Andes (Lake Maracaibo Basin): a synoptic assessment using MODIS and Landsat imagery. *Appl. Geogr. 35*: 152-163.

Rodríguez-Altamiranda R, Flores S, Herrera S (2011) Gestión sostenible del bosque inundable mediante la participación comunitaria en Mapire, Anzoátegui, Venezuela. En Herrera F, Herrera I (Eds.) *La Restauración Ecológica en Venezuela: Fundamentos y Experiencias*. Ediciones IVIC. Caracas, Venezuela. pp. 149-163.

Sabogal C, Besacier C, McGuire D (2015) Restauración de bosques y paisajes: conceptos, enfoques y desafíos que plantea su ejecución. *Unasylva 66*: 3-10.

Saint-Laurent C, Carle J (2006) Mirando a lo lejos: la Asociación Global sobre restauación del paisaje forestal. *Unasylva 57*: 40-42.

Salazar Y, Flores S, Ramos M, Hernández L, Pérez P, Herrera F (2011) Dimensión científico-comunitaria del proyecto convenio de cooperación Cuba-Venezuela: "Aplicación de estrategias de reforestación, basadas en especies arbóreas pioneras, para América Latina y el Caribe".

SER2011. World Conference on Ecological Restoration (21-25/08/2011). Mérida, México.

Sánchez M (2014) *Estrategias para la Recuperación de Áreas Degradadas en la Microcuenca El Chuare, Municipio Bermúdez, Estado Sucre, Venezuela*. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 115 pp.

SER (2004) *Principios de SER International sobre la Restauración Ecológica*. Society for Ecological Restoration. www.ser.org (Cons. 15/04/2016).

Stanley J, Rieger J, Jordan B (2013) A chronology of events leading to the formation of the Society for Ecological Restoration. www.ser.org/about/who-we-are/ser-history. (Cons. 22/05/2013).

Toro J, Silva B, Espinosa-Blanco AS (2012) Conservación y restauración en áreas con alto valor estratégico (restauración ecológica de áreas de páramo y conservación de nacientes y humedales altoandinos). En Cartaya V, Espinoza-Blanco A, Llambí LD (Eds.) *Proyecto Páramo Andino: Experiencias Exitosas en los Sitios Piloto. El caso Venezuela*. pp. 17-23. www.condesan.org/ppa/sites/default/files/recursos/archivos/EXPERIENCIAS%20EXITOSAS%20VENEZUELA%2030-01-12%20TODAS.pdf

Villamizar E (2012) Un ensayo de restauración de comunidades coralinas en el Parque Nacional Morrocoy. *Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias de la UCV 2012*.

Yerena E, Carrero J, Guerra N, Pedraza E, Pérez Vivas J (2012) Reforestación y educación ambiental: fundamento y logros del programa Guardabosques de la Universidad Simón Bolívar. *Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias de la UCV 2012*.

PAST AND PRESENT OF ECOLOGICAL RESTORATION IN THE VENEZUELAN CONTEXT

Marina Mazón and Néstor Gutiérrez

SUMMARY

Ecological restoration as a discipline has became more visible in the last decades, after the creation of the Society for Ecological Restoration (SER) and the subsequent creation of different local and regional networks, some of which have become established in several Latin-American countries. In Venezuela, despite having a high deforestation rate, restoration ecology has recently emerged as a strategy for recovering degraded lands, mostly being local initiatives or researching projects, while participation in regional networks of ecological restoration has been limited. A wider integration amongst public and private institutions, as well as NGOs, is needed, so that more ambitious initiatives with an ecosystemic approach may be set. Only in this way, this discipline may accomplish an active function of recovering the degraded lands in the country, and therefore, it is essential to strengthen the Venezuelan Network of Ecological Restoration.

PASSADO E PRESENTE DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO CONTEXTO VENEZUELANO

Marina Mazón e Néstor Gutiérrez

RESUMO

A restauração ecológica, como disciplina, se tornou mais visível nas últimas décadas, após a criação da Sociedade para a Restauração Ecológica (Society for Ecological Restoration SER), e com a posterior criação de diferentes redes locais e regionais, algumas já consolidadas me vários países da América Latina. Na Venezuela, a pesar da elevada perda da cobertura florestal e mudanças no uso da terra, o avanço da restauração ecológica como estratégia de recuperação de áreas degradadas ainda é muito incipiente, sendo, na maioria dos casos, iniciativas locais ou projetos de pesquisa. Ao mesmo tempo, tem tido uma limitada participação nas redes de restauração ecológica regionais. É necessário que haja maior integração dos organismos públicos e privados, assim como de ONG's, de maneira que se alcance concretizar iniciativas mais ambiciosas com enfoque ecossistêmico. Somente assim esta disciplina pode cumprir uma função ativa de recuperação das áreas degradadas do país, sendo imprescindível para isto fortalecer a Rede Venezuelana de Restauração Ecológica.