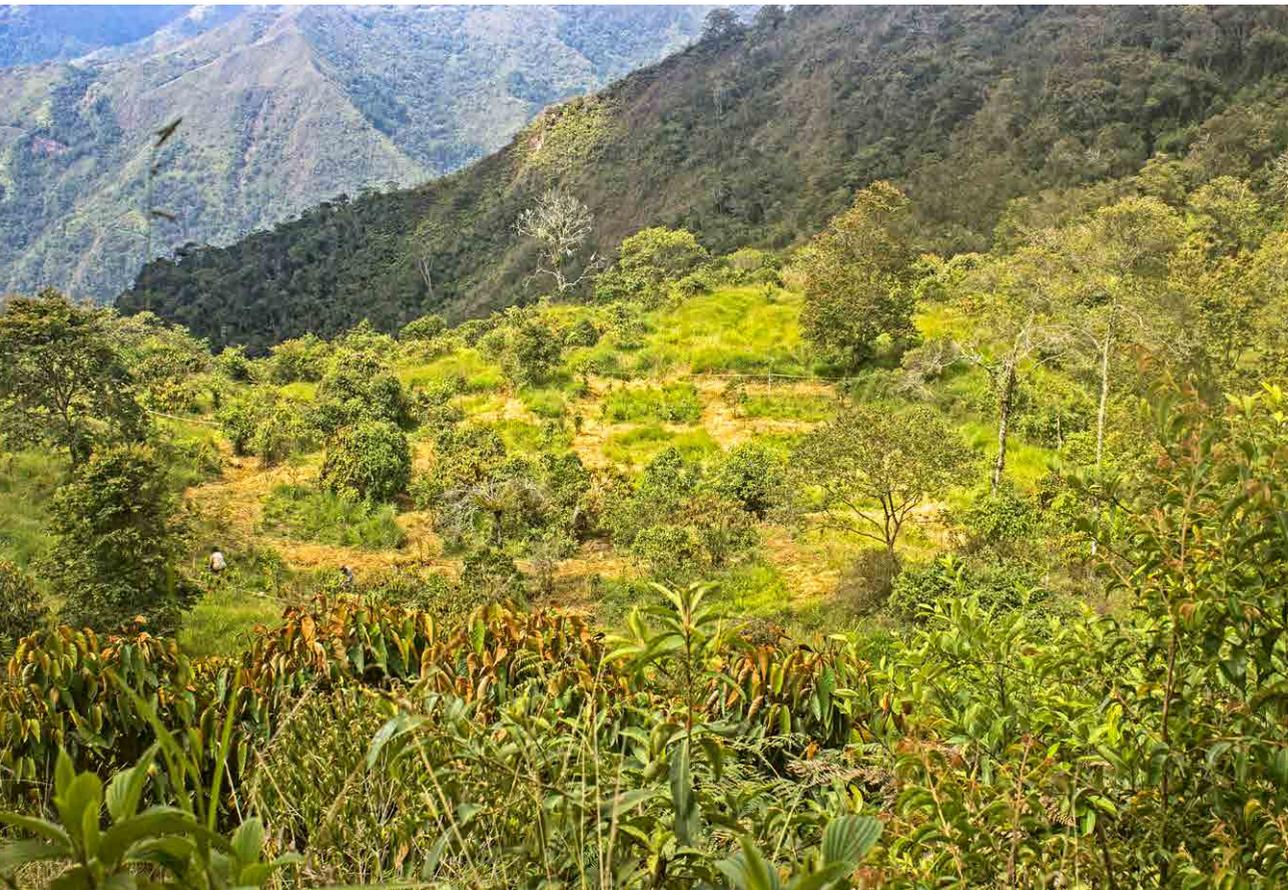


CAPÍTULO 1

LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGUÍES (PNN SYA): ANTECEDENTES



Fabio Villamizar Durán¹, Angélica María Cogollo Calderón¹, Irwin Duarte Sánchez¹, Harold Moreno Valderrama¹

¹Parques Nacionales Naturales de Colombia, Dirección Territorial Andes Nororientales, Bucaramanga.

INTRODUCCIÓN

Para Parques Nacionales Naturales de Colombia (en adelante PNN), la restauración ecológica es una estrategia de manejo que permite mejorar el estado de las áreas protegidas, pues a través de ella, se busca implementar una serie de acciones, que conduzcan a revertir los daños ocasionados por diversos tipos de disturbios antrópicos, que deterioran el equilibrio en la composición, la estructura y la función de los ecosistemas, repercutiendo en los servicios ecosistémicos, de tal manera que afectan los valores objeto de conservación (Puentes & García, 2016).

Por lo tanto, la restauración ecológica fortalece la gestión en el manejo de las presiones identificadas en las áreas protegidas, y se articula con otras líneas estratégicas como la Educación Ambiental, cuyo objetivo es lograr la conservación y edificar una cultura, hacia el resguardo del medio ambiente que permita incorporar a diferentes actores sociales (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2012).

Otro lineamiento importante corresponde a los Sistemas Sostenibles para la Conservación (SSC), que buscan la concertación y puesta en marcha de procesos participativos con las comunidades que habitan en las zonas con función amortiguadora de los PNN, y así actuar de manera efectiva, hacia las presiones de las áreas protegidas, de tal manera que contribuyan al avance en la calidad de vida de las comunidades que se benefician directamente de los proyectos SSC (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2015). También se desarrollan actividades de prevención, vigilancia y control, encaminadas a disminuir la pérdida y deterioro de la diversidad biológica y cultural, mediante el ejercicio de la autoridad ambiental (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2012); finalmente, la investigación y monitoreo, que conduce a la generación de conocimiento, donde hay vacíos de información para encaminar decisiones de manejo, y fortalecer las capacidades de los equipos en las áreas protegidas para conservar de la biodiversidad (Lineamiento Institucional de Investigación, para Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2012).

La Dirección Territorial Andes Nororientales (DTAN) del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN), está compuesta por ocho áreas protegidas de orden nacional, estas ocupan alrededor de 634.000 hectáreas, distribuidas en: Santuario de Fauna y Flora Guanentá Alto Río Fonce (10.429 ha, entre 2.000-4.000 m), Santuario de Fauna y Flora Iguaque (6.750 ha, entre 2.400-3.800 m), Parque Nacional Natural El Cocuy (306.000 ha, entre 600-5.330 m), Parque Nacional Natural Tamá (48.000 ha, entre 350-3.450 m), Parque Nacional Natural Serranía de Los Yariquíes (59.063 ha, entre 700-3.400 m), Parque Nacional Natural Pisba (45.000 ha, entre 2.000-3.800 m), Parque Nacional Natural Catatumbo Bari (158.125 ha, entre 200-1.800 m), Área Natural Única Los Estoraques (640,62 ha, entre 1.450-1.800 m) (RUNAP, 2018), y se concentran principalmente en los departamentos de Boyacá, Santander, Norte de Santander y Arauca. En esta Territorial, desde hace más de 10 años se adelantan procesos de restauración ecológica como una de las propuestas para disminuir las presiones en las áreas protegidas, mejorar la resiliencia ecológica de los ecosistemas frente a los efectos del cambio

climático e identificar oportunidades para involucrar a las comunidades vecinas en el aprendizaje y apropiación de las acciones que ayuden a mitigar y enfrentar desafíos en el territorio.

Uno de los escenarios relevantes para la DTAN en la implementación de procesos que apuntan a la recuperación de áreas afectadas, es el Parque Nacional Natural Serranía de Los Yariguíes (en adelante PNN SYA), en donde se han suscrito y desarrollado proyectos de gran impacto para la región, gracias a las diferentes alianzas interinstitucionales con fines de consecución de recursos para la realización de acciones de protección, a través del saneamiento predial en 3.147,13 ha, restauración ecológica en más de 4.000 ha, y conservación de la biodiversidad de este patrimonio natural de los santandereanos, convirtiéndose en un modelo a replicar en las demás áreas protegidas, pues se aborda la restauración desde la participación de diferentes actores, sensibilización hacia la conservación, el empoderamiento social y la trascendencia de las acciones en el tiempo.

LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA DTAN

A partir del año 2006, PNN inició la construcción de los lineamientos de orden nacional para orientar la propuesta de restauración ecológica participativa (Camargo, 2007). En el contexto de la DTAN, en el año 2012 Prado-Castillo aborda la restauración ecológica desde un enfoque territorial, donde enfatiza en aspectos conceptuales y metodológicos. Actualmente, la mayoría de las áreas protegidas adscritas a la DTAN, cuentan con programas de restauración ecológica que apuntan a la priorización de áreas a intervenir para la consolidación de portafolios de proyectos de restauración (Puentes & García, 2016).

En estos programas se compila la información de procesos implementados anteriormente, para hacer un análisis cuidadoso que permita extraer lecciones aprendidas, y realizar el manejo adaptativo en caso de no cumplirse con los objetivos de restauración propuestos. Del mismo modo, se seleccionan las unidades de análisis a intervenir, ya sean microcuencas, ecosistemas, zonas de manejo, entre otras; se identifican y espacializan los tensionantes por cada una de las unidades de análisis, así también, se priorizan las áreas para restauración de acuerdo a la inclusión de criterios bióticos, físicos y sociales, se elaboran los modelos conceptuales, teniendo en cuenta las causas y efectos de las presiones, y finalmente, se formulan los perfiles de proyectos de restauración ecológica, donde se definen actividades, objetivos y metas en el corto, mediano y largo plazo. En ese sentido, la visión de la DTAN, se direcciona a que los programas de restauración se consoliden como una herramienta útil para el manejo integrado de las áreas protegidas, se vinculen a diferentes estrategias de cooperación dentro de un proceso de planificación ambiental y se efectúe la articulación con el Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP), lo cual permitirá abordar la restauración ecológica desde un contexto paisajístico y de funcionalidad.

Los procesos de restauración ecológica desarrollados en la DTAN suman alrededor de 8.000 hectáreas intervenidas con enfoques de restauración asistida y espontánea en ecosistemas que van desde bosque seco hasta bosques altoandinos. Esto ha facilitado adquirir un gran cúmulo de experiencias y trabajar de la mano con diferentes instituciones del sector público y privado, incluyendo a la academia, para generar conocimiento sobre el territorio y el afianzamiento de estrategias más eficaces que favorezcan el mejoramiento de la integridad ecológica de las áreas protegidas.

LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL PNN SYA

La restauración ecológica en el PNN SYA es un claro ejemplo de cómo la empresa privada y las instituciones del estado se pueden articular para dar cumplimiento a procesos de compensación ambiental que le apunten a la conservación efectiva de la biodiversidad.

En primera instancia, el Convenio Interinstitucional N° 46/4209 suscrito entre ISAGEN S.A., Parques Nacionales Naturales de Colombia y Patrimonio Natural Fondo para La Biodiversidad y las Áreas Protegidas, es considerado por el Sistema de Parques Nacionales como uno de los proyectos de restauración ecológica de mayor trascendencia realizado en un área protegida, no solo en términos de superficie impactada, o recursos asignados, sino por el rigor científico empleado en cada una de las etapas desarrolladas. En la ejecución del mencionado convenio, la topografía irregular, las condiciones climáticas agrestes, y los desafíos sociales pusieron a prueba la disposición técnica y operativa de las personas que participaron en su ejecución.

Para abordar los procesos de restauración ecológica en el PNN SYA en la zona norte (municipio de San Vicente de Chucurí) dentro de la subzona hidrográfica Sogamoso y zona centro-occidental (municipio del Carmen de Chucurí), en la subzona hidrográfica Opón, se partió de la elaboración de diagnósticos específicos en bosques andinos y subandinos para identificar las condiciones de las áreas a recuperar y plantear estrategias de intervención diferenciales de acuerdo a los potenciales de restauración. Por lo tanto, se realizaron análisis de suelo en las coberturas de pastos, rastrojos, helechales y bosque de entresaca, registrados en las áreas de estudio para evaluar el pH, textura del suelo, profundidad efectiva, carbono orgánico, nutrientes, además de parámetros fisicoquímicos y biológicos, como macroinvertebrados en los cuerpos de agua asociados a las zonas de restauración. Igualmente, se estudió la composición de plantas, aves, artrópodos, y mamíferos medianos y pequeños, que permitieran consolidar una línea base para el monitoreo, y a la vez, identificar especies vegetales clave, para acelerar los procesos sucesionales, basados en rasgos de historia de vida y especies de fauna dispersoras de semillas.

Dentro del componente social, se desarrolló un estudio histórico y socio cultural, sobre las comunidades del área objeto de restauración y zonas aledañas, describiendo las acciones humanas del territorio en busca de la vivencia, de los hechos sobresalientes de la historia social, política y económica de la sociedad, y cómo estos tuvieron influencia en la transformación de los ecosistemas presentes en el área protegida. Así mismo, se realizaron ejercicios de cartografía social y talleres comunitarios enfocados a obtener información que permitiera robustecer la selección de las especies vegetales a incluir en los diseños de restauración ecológica, teniendo en cuenta criterios como especies amenazadas o en riesgo de extinción local, patrón espacial de distribución de las especies, fuentes de propágulos, condiciones de hábitat, capacidad de rebrote, generación de cobertura, estrategias de dispersión y polinización, producción de hojarasca, entre otros.

La información del diagnóstico, permitió enfocar diseños de restauración ecológica, a partir de diferentes trayectorias ecológicas identificadas y en el principio de la reintroducción de especies que se encuentren en estados sucesionales más avanzados, a ambientes que están representados en estados sucesionales tempranos, que emergieron como resultado del cambio de uso del suelo.

Los arreglos florísticos contemplaron densidades de plantación por hectárea de 900 a 2.840 individuos en coberturas de pastizales y helechales, 300 a 400 individuos en rastrojos bajos, y 50 a 105 individuos con enriquecimientos en rastrojos altos y bosques afectados por tala selectiva.

Para la producción del material vegetal se realizó el montaje de 11 viveros temporales que en total abarcaron un área de 6.562 m², espacio en el que se propagaron 306.000 individuos de 81 especies. En estos viveros se produjo el sustrato requerido en etapa de crecimiento y plantación en una proporción 1:2 (tierra: pasto), abono bocashi y micorriza producida *in situ*, utilizando como cultivo trampa los pastos exóticos presentes en la zona. Gran porcentaje del material vegetal, se propagó por medio de semillas colectadas en el área protegida; Sin embargo, debido al desconocimiento de los ciclos fenológicos de las especies vegetales, retraso o aceleración de la fructificación por causa de variabilidad climática, bajas tasas de germinación de las semillas y presencia de enfermedades causadas por hongos como *Pythium* sp., *Phytophthora* sp., y *Rhizoctonia* sp., que incrementó la mortalidad en el proceso de producción, se justificó la implementación de estrategias complementarias como el rescate de brinzales dentro de rodales de las coberturas leñosas y la colecta de esquejes.

Los principales resultados alcanzados en el marco del Convenio No. 46/4209, el cual se ejecutó entre octubre de 2013 y febrero de 2018 por los operadores Unión Temporal FUNDASET-CONIF y Unión Temporal Corredor Jaguar Norandino y bajo la supervisión técnica de PNN, comprenden la plantación de 267.865 individuos vegetales pertenecientes a 81 especies nativas, distribuidos en 964 ha ubicadas en un gradiente altitudinal entre 1100 y 2400 msnm, así como esquemas de propagación de 20 especies de plantas, algunas de las cuales han sido taladas o entresacadas en el Parque Nacional por su madera fina. Adicionalmente, se logró la instalación de 15.986 metros lineales de cercados perimetrales de alambre de púas con postes de plástico, para ayudar a la reducción de tensionantes asociados a la

ganadería en 3.272 ha, la instalación de artilugios para fauna en 110 ha de pastizales, la participación comunitaria a través de la firma de alianzas y la contratación de personas locales, la generación de construcción de estructuras de bioingeniería que se requieran en las zonas degradadas, debido a afectaciones por erosión, y el planteamiento y funcionamiento de la estrategia de monitoreo, así como a la efectividad de las acciones de restauración, con metas que sean verificables y cuantificables en el corto, mediano y largo plazo.

A la fecha, los resultados del monitoreo, entre uno y dos años transcurridos los procesos de plantación, evidencian el establecimiento exitoso de la mayoría de las especies plantadas. La sobrevivencia de las plantas osciló, entre 54% para las especies esciofitas y hemiesciofitas en coberturas leñosas de la zona centro-occidental y 86% en rastrojos bajos cerrados de la zona norte del Parque Nacional. Las especies que presentaron las menores tasas de sobrevivencia fueron, macanillo (*Licania* aff. *veneralensis*) en helechales, candelillo (*Pouteria* sp.) en pastizales limpios y enmalezados de zonas altas, cedro común (*Cedrela odorata*) en rastrojos altos y bajos dominados por helechos arborescentes de zonas altas, y cedro nogal (*Juglans neotropica*) en rastrojos bajos cerrados; la especie pionera, conocida como látigo (*Trema micrantha*) presentó una sobrevivencia muy baja en helechales.

Las especies de tallos menos lignificados y heliófitas como *Heliocarpus* sp., *Ochroma pyramidale* y *Erythrina poeppigiana* exhibieron las mayores tasas de crecimiento, cerrando el dosel rápidamente. Con respecto a la estructura y composición de los núcleos de regeneración plantados en pastizales dominados por pasto estrella (*Brachiaria radicans*) y pasto elefante (*Megathyrsus maximus*), versus sitios control y bosques maduros de referencia en la zona centro-occidental, pasados dos años de realizarse las plantaciones y cuatro mantenimientos, se evidenciaron diferencias en la densidad y área basal de las plantas que se hallaron en sitios plantados, sitios control y no hay significancia de estas mismas variables entre los sitios plantados y los bosque de referencia (Garibello-Peña et al., 2018).

Los cambios acelerados en la estructura de los núcleos plantados en pastizales de la zona centro-occidental, reflejan la existencia de un gran potencial ambiental en la subzona hidrográfica del Opón al interior del área protegida, el cual estaría determinado por variables como temperatura, humedad, fertilidad de los suelos, proximidad a relictos boscosos conservados y la historia de uso de los sitios que mantuvieron los mecanismos de regeneración.

Por otra parte, en el sector Comunero del Parque, al interior de la subzona hidrográfica del río Suárez (municipio del Hato), se desarrolló un proceso de restauración ecológica y de ecología de la restauración, en 16,18 hectáreas de bosques andinos, liderado por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), en el marco del Convenio No. 5211740 de 2012, suscrito con Ecopetrol S.A.

El mencionado proyecto, base principal para la generación del presente libro, ha transcurrido entre los años 2015 y 2018, en el sector de la Golconda, adquirido vía saneamiento predial por Ecopetrol S.A. y donado a PNN. Este proceso tuvo como metas, el establecimiento de coberturas leñosas en pastizales dominados por *Urochloa decumbens* (Fig. 1), reducir la dominancia de las pasturas exóticas en el

sitio y eliminar la dominancia de helechales *Pteridium arachnoideum* en los sitios donde aún se encuentran. Allí, inicialmente se definió un modelo de la historia de uso del suelo, posteriormente se definieron los regímenes de disturbio que han afectado el sitio, los factores limitantes y potenciadores de la restauración, y se determinó el objetivo de restauración. Después se definió un modelo de trayectoria sucesional y se propusieron las técnicas a aplicar.



Figura 1. Área de restauración en pastizales dominantes (*Urochloa decumbens*), en el sector de la Golconda, PNN SYA.

Posteriormente, se plantearon una serie de experimentos que varían con respecto a la intensidad de mantenimientos o remoción, como en el caso de los helechos y la plantación de núcleos de regeneración con especies nativas propagadas en un vivero transitorio. Con respecto a los pastizales, los experimentos plantean una diversidad de núcleos de regeneración, compuestos por especies diferentes en tamaños de área y densidades diferentes.

Adicionalmente, se ha evaluado el potencial de germinación de semillas en muestras de suelo proveniente de las unidades de vegetación, las cuales fueron caracterizadas en su estructura y composición vegetal, además de aspectos físico-químicos de los suelos y diversidad funcional de insectos, mamíferos y aves (Caro-Melgarejo et al., 2018). A la fecha, se propagaron en el vivero transitorio 5.524 plántulas de 16 especies nativas, y los eventos de monitoreo han permitido inferir que el 71% de los individuos vegetales se encuentran en estado juvenil, la

sobrevivencia estimada es de 94%, más del 50% de las especies registradas en las unidades de pastizales son nativas y las pasturas exóticas ocupan menos del 60% de la cobertura vegetal en los núcleos plantados.

LECCIONES APRENDIDAS

Las acciones de saneamiento predial como medidas de compensación ambiental por parte de las empresas privadas, han consentido la adquisición de 58 predios que contienen 3.147,13 hectáreas para mejorar las condiciones ecológicas en el PNN SYA y de esta forma resolver problemas de ocupación, evitar conflictos con los pobladores y posibilitar la suscripción de alianzas para la restauración ecológica garantizando que las acciones e iniciativas emprendidas perduren en el tiempo. Por lo tanto, a la hora de priorizar zonas a restaurar en las áreas protegidas, se debe partir de la identificación de las problemáticas asociadas a la tenencia de la tierra y de esta forma, contribuir a la búsqueda de alternativas de solución para incorporar desde un inicio la participación entusiasta de actores sociales y permitir la continuidad en los procesos.

El saneamiento predial es identificado por las comunidades del PNN SYA como una alternativa para aportar a la conservación de la Serranía. Al ejercer el justo dominio sobre la propiedad por parte de PNN, mediante la adquisición de los predios, se suspenden las actividades de orden agropecuario, de tal forma que, estas zonas entran en un proceso de abandono que permite la reactivación de la sucesión natural.

Adicionalmente, el saneamiento predial fortalece el manejo de las áreas protegidas y mejorar las relaciones con las comunidades campesinas aledañas, que en muchos casos son las mismas que se encuentran al interior del área protegida. En ese sentido, la inclusión de la comunidad en la formulación y desarrollo de los proyectos de restauración de predios saneados, ha permitido que se amplíe el conocimiento frente a la degradación de los ecosistemas del PNN SYA, generando el interés por apoyar las acciones necesarias para revertir los daños causados por la expansión de la frontera agrícola y ganadera. Además, el éxito de los proyectos dependerá del convencimiento de la importancia que tiene la restauración para el bienestar de las comunidades, reflejado en todos los servicios ecosistémicos que proporcionan los bosques en buen estado de conservación.

Es muy importante tener en cuenta los rasgos funcionales que agrupan ensamblajes de especies vegetales a la hora de seleccionar las especies a incluir en los diseños asistidos, más allá de la riqueza de especies encontradas en los diagnósticos de vegetación. Estos rasgos, permiten ubicar estratégicamente los elementos vegetales y sus densidades en cada unidad de vegetación correspondiente, con la opción de contar con una mayor cantidad de especies a la hora de colectar y propagar el material vegetal.

Si bien la restauración espontánea puede en algunos casos resultar más costo eficiente frente a la restauración activa, hay que considerar que esta es factible en ecosistemas donde las perturbaciones han sido leves o de corta duración y las comunidades en los ecosistemas son resilientes (Jones & Schmitz, 2009; Zahawi et al., 2014), pues, en algunos sitios la recuperación puede ser lenta, si la disponibilidad de propágulos o dispersores es limitada y muy variable, incluso en suelos con uso similar (Vargas, 2011). En ese sentido, Chazdon & Guariguata (2016), plantean que se puede aprender a reconocer aquellas áreas que se regeneran de una manera natural en los ecosistemas tropicales, teniendo en cuenta variables como precipitación, inclinación del terreno, elevación, diversidad de dispersores naturales como aves y murciélagos, cercanía a otros fragmentos de bosque y ríos, y de esta forma concentrar recursos en técnicas mucho más activas en los sectores donde realmente sea necesaria la nucleación, el enriquecimiento, los aislamientos, instalación de artilugios para la fauna silvestre, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camargo, G. 2007. Guía técnica para proyectos piloto de restauración ecológica participativa. Metodología para el desarrollo de los proyectos piloto de la política de restauración ecológica participativa en el Sistema de Parques Nacionales Naturales y sus zonas amortiguadoras. Bogotá, Colombia.
- Caro-Melgarejo, D.P., Morales-Puentes, M.E. & Gil-Novoa, J.E. (Coord.). 2018. Revelando tesoros escondidos: flora y fauna flanco oriental de la Serranía de Los Yariquíes. Tunja: Editorial UPTC. 125. 290 p.
- Chazdon, R. & Guariguata, M. 2016. Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. e5653. <https://doi.org/10.1111/btp.12381>.
- Duarte-Sánchez, I., Contreras, J., Grandas, S., Benavides, J. & Moreno, H. 2018. Informe de monitoreo a la restauración ecológica en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariquíes, vigencia 2018. Parques Nacionales Naturales de Colombia. San Vicente de Chucurí. 53 p.
- Garibello-Peña, J., Barrera-Cataño, J. & Jiménez, G., 2018. Evaluación y monitoreo a los tratamientos de restauración ecológica implementados en el marco del contrato CAT-001 de 2013, en el sector Centro-Occidente municipio del Carmen de Chucurí. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C., 64 p.
- Jones, H.P. & Schmitz, O.J. 2009. Rapid recovery of damaged ecosystems. *PLoS ONE*. 4(5): e5653. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005653>.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2012. Lineamiento Institucional de Educación Ambiental de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

- Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2015. Ficha técnica para caracterización de uso, ocupación y tenencia, Documento Técnico. Grupo de Sistemas de Información y Radiocomunicaciones. Bogotá: 61 p.
- Prado-Castillo, L.F. 2012. Plan de restauración ecológica del patrimonio natural de las Áreas Protegidas adscritas a la Dirección Territorial Andes Nororientales. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bucaramanga, Santander. 83 p.
- Puentes, J.M. & García, J.F. 2016. Lineamiento institucional de restauración ecológica participativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Parques Nacionales Naturales de Colombia, Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. 97 p.
- RUNAP. 2018. <http://runap.parquesnacionales.gov.co>
- Vargas, O. 2011. Los pasos fundamentales en la restauración ecológica. Guías técnicas para la restauración ecológica de ecosistemas. En: Vargas, O. & Reyes, S.P. (Editores). La restauración ecológica en la práctica: memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica & II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Grupo de Restauración Ecológica. Red Colombiana de Restauración Ecológica, ACCEF y N. Bogotá, D.C., Colombia.
- Zahawi, R., Reid, L. & K. Holl. 2014. Hidden cost of passive restoration. *Restoration Ecology*. 22(3):284-297.



