

Luis Fernando Prado-Castillo  
Germán Forero-Medina  
Rubén Darío Palacio  
Alex Sabogal-González



*Tretioscincus bifasciatus*



**CAPÍTULO XI**  
**CASO DE ESTUDIO:**  
RESTAURACIÓN DEL HÁBITAT  
DE LA TORTUGA MONTAÑERA  
*Mesoclemmys dahli*





*Mesoclemmys dahli*





**Luis Fernando Prado-Castillo**

*Grupo de Investigación Sistemática Biológica (SisBio),  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC  
Wildlife Conservation Society, WCS Colombia  
Email: luisfernandopradoCastillo@gmail.com*

**Germán Forero-Medina**

*Wildlife Conservation Society, WCS Colombia,  
Turtle Survival Alliance  
Email: gforero@wcs.org*

**Rubén Darío Palacio**

*Fundación Ecotonos.  
Email: rubend46@gmail.com*

**Alex Sabogal-González**

*Grupo de Investigación Sistemática Biológica (SisBio),  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC  
Wildlife Conservation Society, WCS Colombia  
Email: asabogalg@unal.edu.co*







*Mesoclemmys dahli*

## RESUMEN

La tortuga montañera *Mesoclemmys dahli* es endémica del bosque seco tropical (bs-T) al norte de Colombia y está considerada como una especie en peligro crítico de extinción según la UICN, debido principalmente a la transformación antropogénica de su hábitat. Es así que, entre 2014 y 2017, se promovieron iniciativas locales para la conservación de poblaciones de esta especie en cañadas que drenan hacia el complejo cenagoso de la Zapatosa, municipio de Chimichagua, departamento del Cesar, norte de Colombia. En síntesis, los acuerdos de conservación logrados con las comunidades locales incentivaron avanzar en la restauración ecológica de 45 hectáreas de bosque ripario, principal fuente de agua de las comunidades y hábitat de la tortuga. Esto se logró mediante, el control de factores tensionantes en rondas hídricas, el establecimiento de más de 3700 propágulos de especies nativas forestales y amenazadas, la rehabilitación de áreas productivas degradadas, la transferencia de conocimientos en sistemas productivos sostenibles, el registro del conocimiento local sobre la ecología de la especie *M. dahli*, y finalmente, el fomento de la gobernanza para la conservación.

**Palabras clave:** Bosque ripario, Conservación, Hábitat, Peligro crítico, Tortuga montañera.



# INTRODUCCIÓN

El bosque seco tropical (bs-T) es considerado uno de los ecosistemas más amenazados del neotrópico (Janzen 1988). Diversos impulsores de transformación, principalmente la ampliación de la frontera agropecuaria, son citados como causantes de su degradación (Miles et al. 2006; Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008). Además, el bs-T en Colombia es uno de los ecosistemas que menos se conoce y con menor representatividad en el sistema de áreas naturales protegidas (Álvarez et al. 1997; Forero-Medina et al. 2010; Pizano & García 2014).

En el municipio de Chimichagua, departamento del Cesar, norte de Colombia, las prácticas culturales asociadas a la ganadería, por ejemplo, la falta de rotación sin renovación de pastizales, ausencia de forrajes alternativos y con acceso directo del ganado a las cañadas, han dado como resultado extensas áreas de terreno degradado y la pérdida de seguridad hídrica (*sensu* Sadoff & Muller 2010). La búsqueda de alternativas para garantizar agua para el ganado, ha conllevado a que la comunidad lo traslade históricamente hacia la ciénaga de Zapatosa. Este escenario de degradación y la falta de diversificación de los ingresos económicos familiares, se traduce en conflictos socio-ambientales que alteran patrones de diversidad y distribución de fauna silvestre (Gascon et al. 1999). Un ejemplo particularmente preocupante entre los reptiles se da con la Tortuga Montañera o Carranchina (*Mesoclemmys dahli*), especie considerada en peligro a escala global (TFTSG 1996) y nacional (Morales-Betancourt et al. 2015; Forero-Medina et al. 2014); poblaciones silvestres de esta especie son vulnerables a extinción como resultado de la pérdida de la cubierta forestal ribereña en el bs-T (Medem 1966; Rueda-Almonacid et al. 2007; Forero-Medina et al. 2012).

La restauración ecológica de hábitats y el establecimiento de áreas protegidas, han sido consideradas



*Mesoclemmys dahli*

acciones clave para mitigar los impactos de la transformación del bs-T en las poblaciones de la tortuga *M. dahli* (Forero-Medina et al. 2013). Aspectos relacionados al establecimiento de áreas protegidas en el bs-T del norte de Colombia y a la conservación de anfibios y reptiles allí presentes, son revisados en los capítulos IX y X de este libro. Respecto a la restauración de hábitats para las tortugas dulceacuícolas, existen diversas técnicas que comprenden acciones directas sobre el espacio físico (e.g. creación de humedales artificiales o estanques), la restauración de cuerpos de agua, el mejoramiento de la oferta



de alimento y la cubierta vegetal (refugio), el control y erradicación de especies exóticas invasoras, y la gestión del paisaje mediante la rehabilitación de sistemas productivos (e.g. incremento de la complejidad estructural) que mitiguen los impactos sobre hábitats relictuales (Baker et al. 2011; Bailey et al. 2006).

En el periodo comprendido entre los años 2014 y 2017, actores sociales del municipio de Chimichagua participaron en la concertación, diseño y ejecución de acciones puntuales para la restaura-

ción ecológica del hábitat de la tortuga *M. dahl* en cañadas que drenan hacia la ciénaga de Zapatosa. Para ello, se diseñó un modelo de gestión de conservación del paisaje que incluyó el mejoramiento de las condiciones productivas (uso sostenible), la valoración del conocimiento local, la sensibilización hacia la importancia de la especie (educación, conocimiento) y la restauración ecológica. En este capítulo se presenta una aproximación al marco conceptual aplicado para la ejecución de este proyecto y los logros obtenidos en su primera etapa comprendida entre 2014 y 2017.



# MARCO CONCEPTUAL

Las actividades humanas con frecuencia generan cambios en los ecosistemas naturales a tal grado de impacto que, por sí mismos, requerirían de mucho tiempo y condiciones ambientales complejas para retornar a una trayectoria natural. Es aquí, donde surge la restauración ecológica como una práctica que busca "asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido" (SER 2004; McDonald et al. 2016). La restauración ecológica se fundamenta en el aprendizaje sobre los ecosistemas de referencia nativos en un marco de cambio ambiental, la identificación de atributos clave del ecosistema objeto, la asistencia a los procesos naturales de recuperación y la realización del "mejor y mayor esfuerzo" encaminados hacia una recuperación total (McDonald et al. 2016). En particular, la restauración ecológica de hábitats mejora o mantiene la capacidad del medio ambiente en el suministro de condiciones apropiadas para la persistencia de individuos y poblaciones (e.g. calidad y cantidad de hábitat) y el mantenimiento de los procesos de conectividad a diversas escalas espaciales (Morrison 2013).

Para emprender procesos de restauración de hábitats, Miller & Hobbs (2007) establecieron una serie de consideraciones que incluyen determinar las especies objetivo de la restauración, los elementos clave a restaurar en el hábitat y la evaluación del contexto del paisaje (Fig. 1). Además, a estas consideraciones se debe integrar la generación de beneficios sociales (Aronson et al. 2006; Clewell & Aronson 2006) tales como el mejoramiento de sistemas productivos y la generación de empleo, que a su vez, irían articulados al mantenimiento de servicios ecosistémicos estratégicos para las comunidades, por ejemplo, la gestión de las especies maderables, la preservación de rondas hídricas y el control de la contaminación. Con el objetivo de mejorar la disponibilidad de refugio y de recursos alimenticios para la tortuga *M. dahlia*, se aplicó la técnica de *nucleación asistida* que favoreciera el incremento en la densidad y diversidad de especies vegetales colonizadoras (Corbin & Holl 2012); esto a través de plantaciones de especies nativas en sitios focales de cañadas, reconocidas como parte del hábitat de esta especie.



**Figura 1.** Consideraciones clave para establecer metas en proyectos de restauración de hábitat (adaptado de Miller & Hobbs 2007).



# ÁREA DE ESTUDIO Y HÁBITAT DE *MESOCLEMMYS DAHLI*

El proyecto se desarrolló en la zona rural del municipio de Chimichagua (9.28°N; 73.79°W), departamento del Cesar, Colombia; particularmente, sobre las cañadas Caracolí y Guaraguau, las cuales drenan sus aguas hacia la ciénaga de Zapatosa (Fig. 2). En la primera cañada, se han registrado poblaciones de *M. dahlí* (Forero-Medina et al. 2011), en la segunda cañada fue la comunidad local quien registró su presencia.

En la descripción bioecológica de la tortuga montañera, Forero-Medina et al. (2012) brindan detalles claves para identificar sistemas de referencia que permitieron orientar la restauración ecológica en este proyecto. Por ejemplo, *M. dahlí* es una especie propia del ecosistema de bs-T entre los 100 y 250 metros de altitud, frecuente áreas con altos porcentajes de cobertura de vegetación ribereña (>82%) sobre cañadas de entre 1 y 10 metros de ancho y pozos hondos (profundidad superior a 78 cm) y un caudal de flujo bajo (< 0.2 m/s).



**Figura 2.** Imágenes satelitales del área de estudio en el departamento del Cesar, Colombia. Ubicación del área de influencia del proyecto respecto al municipio de Chimichagua y la ciénaga de Zapatosa (A). Acercamiento que muestra las cañadas Caracolí y Guaraguau que drenan hacia la ciénaga de Zapatosa, y el Corredor de intervención del proyecto (B). Los polígonos en tono verde oscuro señalan las áreas de acuerdos de conservación y los polígonos verde claro señalan las áreas donde se realizaron acciones de restauración (imágenes de Google Earth 2018).

# MÉTODOS

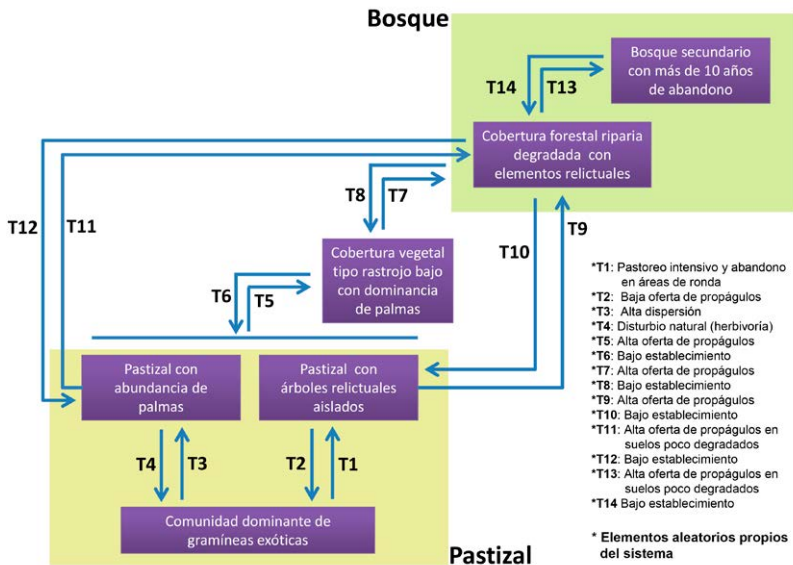
El proyecto se desarrolló entre 2014 y 2017 a través de una estrategia de participación con un enfoque de Investigación Acción Participativa (Fals-Borda 1980). Esta estrategia arrojó inicialmente la identificación de aspectos considerados críticos para la sostenibilidad del territorio como fueron el acceso al agua, el mejoramiento de los sistemas silvopastoriles y la conservación de las cañadas. El proyecto se fundamenta en la gestión integral de la biodiversidad (MADS 2015), enfocado en una estrategia de restauración ecológica de bosques riparios y la rehabilitación de áreas agropecuarias degradadas. Se adaptaron los cuatro subsistemas propuestos por MADS (2015) de la siguiente manera: la *preservación* en función de acuerdos de conservación; la *restauración* a través de la regeneración natural asistida para mejorar la oferta de servicios ecosistémicos y el hábitat de *M. dahli* (Aronson et al. 2006, 2007); el *uso sostenible* a través de la rehabilitación de áreas productivas degradadas por sobrepastoreo y déficit hídrico; y por último, la *construcción de conocimiento e información* con la recuperación de la memoria local sobre la ecología de la tortuga, la transferencia de conocimiento y la aproximación a la gobernanza para la conservación.

Las cañadas Caracolí y Guaraguau fueron consideradas en un estado de "resiliencia intermedia" (Tambosi et al. 2014), lo que implicó la necesidad de integrar técnicas de restauración y de manejo del paisaje (Clewell et al. 2000; Morrison et al. 2006; Lozano-Zambrano 2009; Morrison 2009, 2013), a través de cuatro fases. La *fase I* comprendió la

identificación de los principales conflictos socio-ambientales de la comunidad y la descripción de los regímenes de disturbio (Fig. 3). En esta fase también se identificaron los filtros ecológicos y las alternativas para la obtención del material vegetal. La *fase II* inició con el acercamiento al conocimiento local sobre la tortuga *M. dahli* y su hábitat, así como la identificación conjunta de herramientas para la rehabilitación de áreas productivas degradadas y los atributos del ecosistema a ser considerados en la restauración ecológica. Se describieron los ecosistemas de referencia (McDonald et al. 2016) y las referencias intermedias (Clewell & Aronson 2013). Como *ecosistemas de referencia* se consideraron los bosques riparios mejor conservados en las cañadas Caracolí y Guaraguau; su flora fue descrita con la comunidad. Se plantearon posibles expresiones de la sucesión ecológica (referencias intermedias), un modelo muy elemental de desarrollo del bosque ripario y una ruta para su restauración (Fig. 4). En esta fase, se generaron espacios de capacitación e intercambio y se compartió información sobre agroforestería, seguridad agroalimentaria y modelos silvopastoriles. En la *fase III* se definieron las acciones específicas (e.g. restauración, rehabilitación) para cada predio y sus especificaciones. Finalmente, en la *fase IV*, se generaron los acuerdos de conservación y la formulación del monitoreo participativo. En esta última fase, además se realizaron entrevistas semiestructuradas (Brancalion et al. 2014) para conocer los beneficios generados por el proyecto e identificados por la comunidad, así como, elementos que permitieran orientar nuevos ciclos del proceso de restauración.



**Figura 3.** Ejemplo de tipos de áreas degradadas en la zona rural del municipio de Chimichagua, departamento del Cesar, Colombia. Zona inundable de cañada transformada para pastoreo (A). Bosque ripario degradado y transformado para pastoreo (B). Pastizales de gramíneas exóticas degradados en zonas de tierra firme (C). Bosque ripario afectado por la tala selectiva (D).



**Figura 4.** Propuesta de trayectorias ecológicas en áreas de interés para la restauración de hábitat de la tortuga montañera *M. dahl* en las cañadas Caracolí y Guaraguau, municipio de Chimichagua, departamento del Cesar, Colombia.





*Mesoclemmys dahli*

### Atributos del ecosistema considerados en la restauración ecológica

La comunidad identificó como atributos claves para mejorar el hábitat de la tortuga montañera: el incremento de la diversidad de árboles, proteger las playas y ampliar los corredores riparios a través de plantaciones protegidas por cercas. Asimismo, identificaron la trayectoria ecológica a seguir (T1-T5-T7-T14; Fig. 4), lo que implicó ampliar los bordes de avance del bosque ripario sobre pastizales para a mediano plazo generar una mayor cubierta forestal. El proyecto abordó procesos de restauración espontánea y de regeneración natural asistida. La primera consistió en el aislamiento con cercas de alambre de rondas hídricas de las cañadas intervenidas y la conservación de pequeños playones. La segunda, comprendió la plantación de especies nativas amenazadas localmente para favorecer el avance de bosques riparios sobre pastizales.

### Selección de las especies vegetales para la restauración

Las especies fueron seleccionadas a partir de cuatro criterios: 1) especies nativas con distribución local,

2) especies prioritarias para la conservación local por consenso social, 3) rasgos de historia de vida de las especies (agente de dispersión, vector de polinización, banco de semillas y tipo de planta), y 4) disponibilidad de propágulos. Para la aplicación de los criterios de selección se realizaron recorridos en campo y se revisó información secundaria (e.g. Vargas 2015; Mendoza-C 1999). Con la comunidad local, se identificaron preliminarmente 52 especies nativas de las cuales 24 fueron consideradas como prioritarias (22 árboles y 2 palmas) para su gestión debido a su condición de amenazadas localmente por sobreexplotación. Entre las especies arborescentes, la palma *Elaeis oleifera* (Calderón et al. 2005) fue identificada por la comunidad local como alimento de la tortuga *M. dahli*.

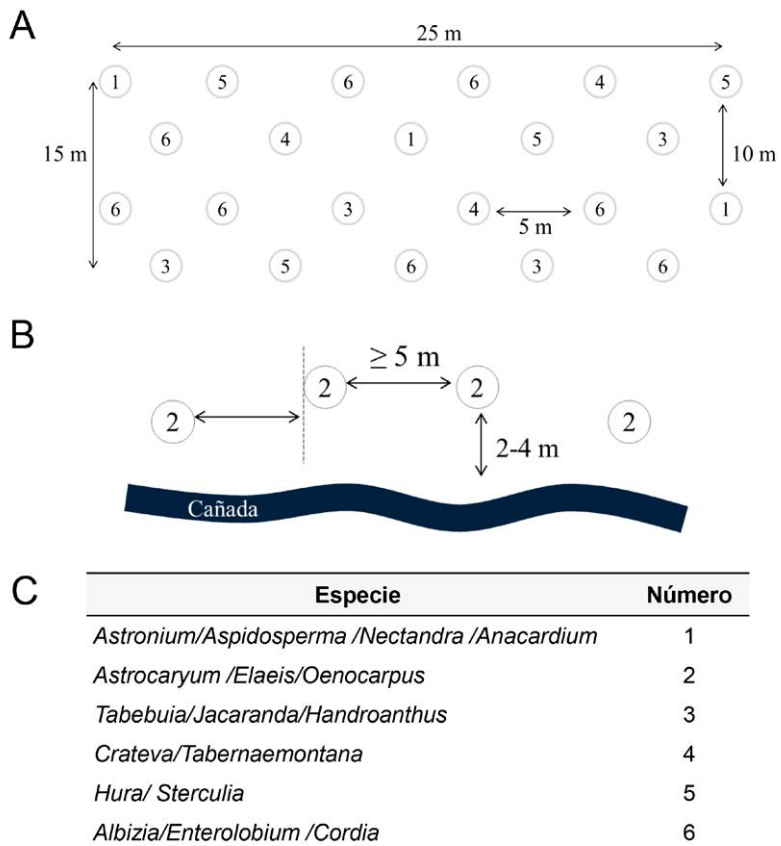
En general, se propagaron y rescataron 3745 plántulas correspondientes a 24 especies (21 especies forestales y tres palmas). La propagación se realizó en un vivero familiar y en la Institución Educativa Técnica "Cerveleón Padilla Lascarro". Las plántulas de rescate se consiguieron con el apoyo de la comunidad (Tabla 1).

**Tabla 1.** Listado de especies nativas con sus respectivas cantidades y origen de propágulos utilizados en el proceso de restauración ecológica del hábitat de la tortuga *M. dahl*. En la columna de "año de plantación" se presentan los dos periodos durante los cuales se realizaron las plantaciones: 2014 y 2017. Las especies forestales que tuvieron plantaciones en los dos periodos (2014 y 2017), indican específicamente en la columna "origen de propágulos" la cantidad de plántulas y el año al que correspondió su plantación.

ESPECIES FORESTALES	AÑO DE PLANTACIÓN	ORIGEN DE PROPÁGULOS		TOTAL
		VIVERO	RESCATE	
Anacardiaceae				
<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero ex Kunth) Skeels	2014	0	274	274
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	2014/2017	23 (2014)	41 (2017)	64
Apocynaceae				
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll.Arg.	2017	20	0	20
<i>Tabernaemontana cymosa</i> Jacq.	2014	0	11	11
Arecaceae				
<i>Astrocaryum malybo</i> H.Karst.	2014	24	20	44
<i>Elaeis oleifera</i> (Kunth) Cortés	2014/2017	0	90 (2014) 400 (2017)	490
<i>Oenocarpus minor</i> Mart.	2014	0	41	41
Bignoniaceae				
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	2017	0	25	25
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	2017	0	30	30
<i>Jacaranda caucana</i> Pittier	2014/2017	10 (2017)	165 (2014) 40 (2017)	215
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	2014/2017	73 (2014) 80 (2014)	338 (2018) 33 (2017)	524
Boraginaceae				
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	2014	0	60	60
Capparaceae				
<i>Crateva tapia</i> L.	2014/2017	18 (2014)	17 (2014) 68 (2017)	103
Euphorbiaceae				
<i>Hura crepitans</i> L.	2014/2017	162 (2014) 362 (2017)	0	524
Lauraceae				
<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	2014	0	8	8
<i>Nectandra turbacensis</i> (Kunth) Nees	2014	0	21	21
Leguminosae				
<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand	2017	689	0	689
<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burkart	2017	150	0	150
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	2014/2017	16 (2014) 60 (2017)	0	76
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	2014/2017	50 (2017)	11 (2014)	61
<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms	2014	0	262	262
Malvaceae				
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H.Karst.	2017	49	4	53
<b>TOTAL</b>		<b>1786</b>	<b>1959</b>	<b>3745</b>

## Diseño y establecimiento de plantaciones para la restauración

Se acordó con la comunidad un total de 45.23 ha para restauración, 34.83 ha en restauración espontánea y 10.4 ha intervenidas mediante regeneración natural asistida. En este último caso, se establecieron plantaciones de especies forestales y arborescentes en dos periodos (2014 y 2017). Las especies fueron agrupadas en tipos de plantas funcionales (Díaz et al. 2007) sobre la base de rasgos de atributos de vida y su distribución espacial, que respondía a las características de micrositio en cada predio (Fig. 5a). Se establecieron 144 bloques de hasta 375 m<sup>2</sup>, con un máximo de 6 especies y 22 individuos por bloque. Las palmas se plantaron en forma lineal (Fig. 5b-c). Todas las plantaciones (de restauración y rehabilitación) se realizaron durante el periodo de altas lluvias (Abril) para reducir el riesgo de pérdida de plántulas por sequía y/o herbivoría, y con las siguientes especificaciones: ahoyado de 40 x 40 x 40 cm y sustrato resultado de mezclar suelo original con 200 gr de abono ABIMGRA fosforado® (abono orgánico mineralizado), 150 gr de micorrizas y 2 gr de hidroretenedor.



**Figura 5.** Diseño y establecimiento de plantaciones para la restauración ecológica del hábitat de la tortuga montañera *M. dahl*. Arreglo de plantación para especies forestales (A) y especies de palmas (B). Listado de especies plantadas en ambos arreglos (C). Los números identifican la ubicación espacial de las especies.



El monitoreo participativo se ejecutó como un evento anual para la plantación de 2014 y dos trimestrales para la plantación de 2017. Se realizó el compromiso de que la comunidad mantendrá el mismo proceso durante un año más, tiempo a partir del cual ellos consideraron se lograría evidenciar el éxito de establecimiento del material vegetal (Tabla 2).

**Tabla 2.** Indicadores a corto plazo del proyecto de restauración de hábitat de la tortuga montañera *M. dahl*.

COMPONENTE DEL PROYECTO	INDICADOR	CUANTIFICADOR	CRITERIO DE CUMPLIMIENTO
<b>Restauración ecológica</b>	Material vegetal establecido	Proporción de material vegetal establecido	Aceptable: a 50 % de individuos alcanza la etapa de latizal* al segundo semestre de 2019. Óptimo: a 75 % de individuos alcanza la etapa de latizal* al segundo semestre de 2019.
	Estado de la cobertura vegetal	Cambio en la complejidad estructural de la vegetación ( $\Delta Ev$ )	Aceptable: a 30 % de cobertura vegetal en núcleos está comprendida por especies nativas, al segundo semestre de 2019. Óptimo: a 60 % de cobertura vegetal en núcleos está comprendida por especies nativas, al segundo semestre de 2019.
<b>Conservación</b>	Observación de tortuga <i>M. dahl</i>	Presencia de la tortuga <i>M. dahl</i> en sector en restauración	Aceptable: Presencia de la tortuga en el Caño Caracolí. Óptimo: Presencia de la tortuga en los Caños Caracolí y Guaraguau.
<b>Participación</b>	Mantenimiento de acuerdos de conservación	Mantenimiento de los acuerdos de conservación	Aceptable: 100 % de las familias beneficiarias respetan los acuerdos de conservación.

\*modificado de Pinelo (2004)

## RESULTADOS

### Diagnóstico para la restauración ecológica

En los espacios comunitarios se identificaron como principales filtros ecológicos internos para las primeras etapas de la sucesión ecológica: 1) la oferta de propágulos de especies nativas, 2) las condiciones de micrositio, y 3) la competencia entre especies nativas y gramíneas exóticas en las áreas a restaurar. La comunidad concluyó que la escasez de recursos para la tortuga *M. dahl* es principalmente el resultado de la pérdida de la cobertura vegetal sobre las cañadas. Finalmente, se identificaron como aspectos relevantes para la restauración del hábitat de la tortuga, a la existencia de fragmentos de bs-T sobre las cañadas a intervenir y el interés de la comunidad rural en la restauración de sus cañadas para garantizar el acceso al agua.

### Descripción de la flora de las cañadas Caracolí y Guaraguau

El estudio de la vegetación en los relictos de bs-T permitió identificar especies

tales como *Randia aculeata*, *Lonchocarpus* sp., *Tabebuia ochracea*, *T. chrysantha*, *T. rosea*, *Ficus citrifolia*, *Albizia saman*, *A. niopoides*, *Caesalpinia corearí*, *Matayba elegans*, *Jacaranda caucana*, *Inga* sp., *Chrysobalanus icaco*, *Citharexylum kunthianum*, *Sapindus saponaria*, *S. apetala*, *Quassia amara*, *Hirtella americana*, *Pseudosamanea guachapele*, *A. excelsum*, *A. graveolens*, *A. spruceanum*, *Brosimum alicastrum*, *H. crepitans*, *Coccoloba caracasana*, *Cydista diversifolia*, *Dialium guianense*, *Licania apetala*, *Talisia olivaeformis*, *Bursera simaruba* y *C. tapia*. Estas son especies consideradas propias de los bosques ribereños de la región Caribe (Olascuaga-Vargas et al. 2016; Berdugo-Lattke & Rangel-Ch 2015; Mendoza-C 1999) y que ofrecen un importante potencial biótico, como fuente de propágulos, para la restauración del hábitat de la tortuga *M. dahlí*. Igualmente, se observaron especies asociadas a la familia *Arecaceae*, entre las especies halladas: *Bactris brongniartii*; *B. guineensis*, *Attalea butyracea*, *Oenocarpus minor*, *Sabal mauritiformis*, *Elaeis oleifera* y *Astrocaryum malybo*. En las referencias ecológicas intermedias (i.e. pastizales con diversos periodos de abandono), dominaron especies de gramíneas exóticas: *Panicum maximum*, *Dichanthium aristatum*, *Brachiaria brizantha* y *Pennisetum clandestinum*, y en menor proporción, *Attalea butyracea* (palma de vino) y algunos individuos adultos de *Enterolobium cyclocarpum*, *P. guachapele* y *A. saman*.

### **Identificación de oportunidades de rehabilitación y restauración**

Entre las acciones acordadas con las familias beneficiarias del proyecto, estuvieron la implementación de cercas vivas, abrevaderos para el ganado, huertos caseros, plantaciones de especies nativas maderables para uso doméstico, acceso al agua para el consumo humano, rotación del ganado, aislamiento de rondas hídricas mediante cercado con alambre, plantación de especies nativas para la restauración, control de quemas, tala selectiva y conservación de playones de cañadas. Cada acción fue adaptada a las necesidades de la familia y las características propias de su predio.

Las cercas vivas se realizaron en los predios con mayor extensión de pastizales degradados y correspondientes a cuatro familias. Después de la instalación de cercas de alambre, se establecieron 400 estacas de *Gliricidia sepium* y más de 225 plántulas de siete especies vegetales (*Inga* sp., *T. rosea*, *J. caucana*, *T. ochracea*, *A. guachapele*, *A. saman* y *A. niopoides*). El matarratón (*G. sepium*) fue una de las alternativas de forraje para el ganado (Figura 6a). Se construyeron tres abrevaderos para controlar el acceso del ganado a las cañadas (Figura 6b); adicionalmente, se implementaron cuatro infraestructuras y sus equipamientos para extracción y conducción del agua para consumo doméstico (Figura 6c-e).

Para promover la diversificación de huertos, seis familias recibieron semillas de especies frutales (e.g. *Cucumis melo*, *Tamarindus indica* y *Melicococcus bijugatus*), hortalizas (e.g. tomate, cebolla larga, cilantro, perejil, ají y pimentón), especies medicinales (e.g. manzanilla, limoncillo y salvia) y algunas ornamentales (e.g. Vio-

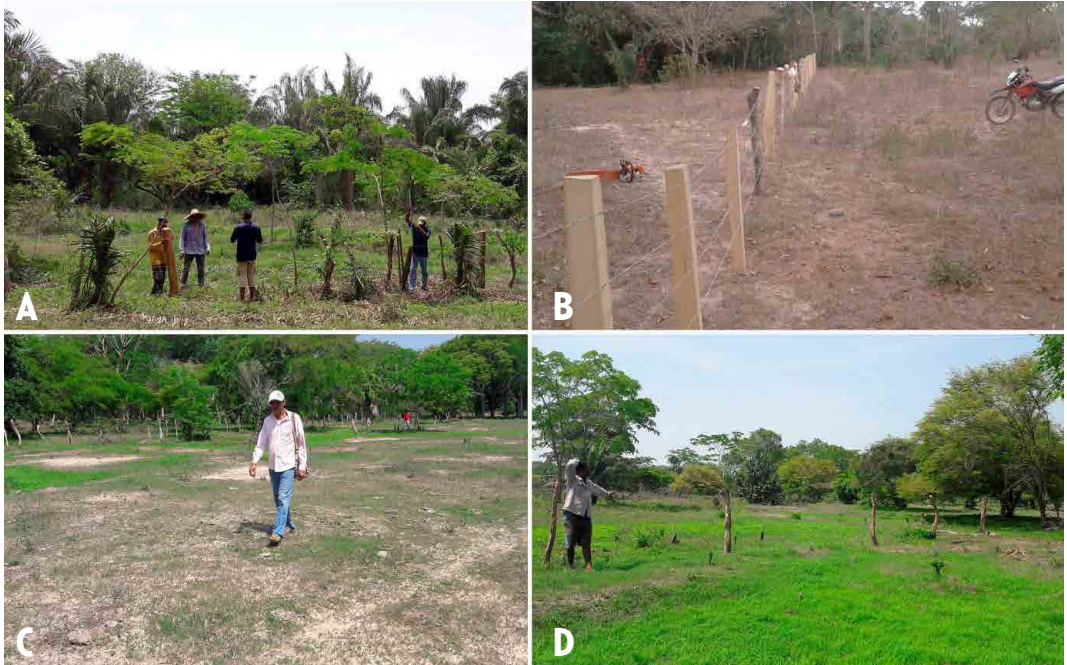
la *tricolor* y crasuláceas). Se distribuyeron especies diferentes entre familias para motivar el intercambio; como casos especiales, una familia estableció 25 guamos (*Inga* sp.) mientras que otra familia estableció una pequeña plantación de naranja injertada, cultivo propio de la economía local, que procura de diversificar ingresos y beneficia la rehabilitación de tierras degradadas.



**Figura 6.** Implementación de cercas vivas, abrevaderos para el ganado y mejoramiento de pozos artesianos. Ejemplo de plantación de *Gliricidia sepium* por estacas, la plantación se realizó a 70 cm de distancia hacia el interior de las cercas de alambre establecidas por el proyecto (A). Ejemplo de abrevadero “tipo anillo” para controlar factores tensionantes (e.g. pisoteo y/o ramoneo del ganado) sobre la regeneración natural en ronda hídrica (B). Estado inicial de algunos puntos de captación de agua, obsérvese la inexistencia de infraestructuras para facilitar la recolección del agua (C). Proceso de construcción de la base del pozo a través de anillos de concreto (D). Parte superior del pozo aún sin acabados finales (E).

Siete de las familias beneficiarias adoptaron la rotación del ganado en su gestión, para lo cual, se realizaron mantenimientos a antiguas cercas, se establecieron nuevas cercas y portones (Fig. 7a,b), y se establecieron pastos adecuados a las condiciones ambientales y de degradación de cada predio (Fig. 7c,d). Para no fomentar la tala de especies nativas, la construcción y mantenimiento de cercas se realizó a partir de árboles con permiso de aprovechamiento forestal generado por CORPOCESAR, ya sea porque, se encontraban muertos por causas naturales o por razones de orden sanitario, ubicación o daños mecánicos.

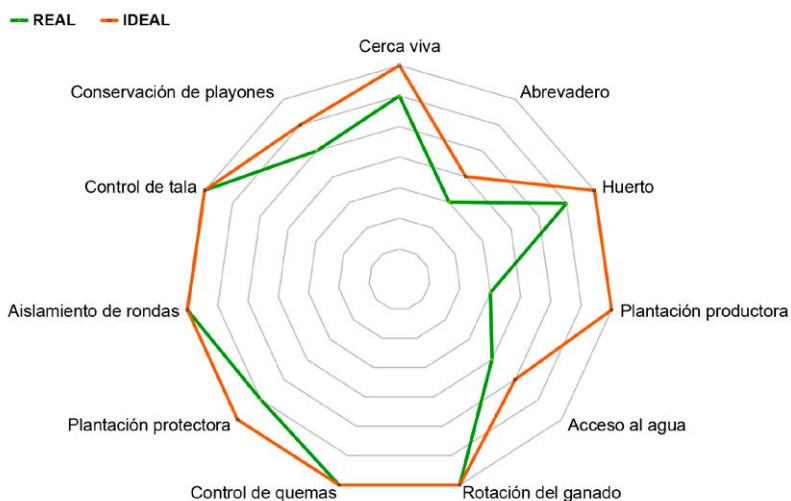




**Figura 7.** Aislamiento de áreas para rotación de potreros y mejoramiento de pasturas. Ejemplo de potreros divididos mediante nuevas cercas (A). Jornada comunitaria para establecimiento de cercas (B). Área erosionada en proceso de rehabilitación para la producción agropecuaria (C) y la misma área después de un mes en rehabilitación (D). Nótese el establecimiento exitoso de las gramíneas, una vez se han realizado algunas técnicas de manejo del suelo.

### **Participación en la rehabilitación y restauración**

Un total de siete familias participaron en el proyecto y adoptaron casi todas las estrategias planeadas (Fig. 8). La mayor prevención estuvo en la adopción de plantaciones forestales productoras (4 familias); esto debido a que en el imaginario colectivo aún subsiste la idea de una "oferta permanente de árboles". Esto se dio pese a que ellos mismos concluyeron que hay especies en extinción local por sobreexplotación. Más de 30 personas participaron en las capacitaciones en sistemas silvopastoriles, seguridad agroalimentaria y restauración ecológica. Surgió la idea de la creación de un grupo de mujeres por la soberanía agroalimentaria (Fig. 9).



**Figura 8.** Gráfico radial que refleja la tendencia lograda en siete familias participantes en el proyecto de restauración ecológica del hábitat de la tortuga *M. dahlí*.



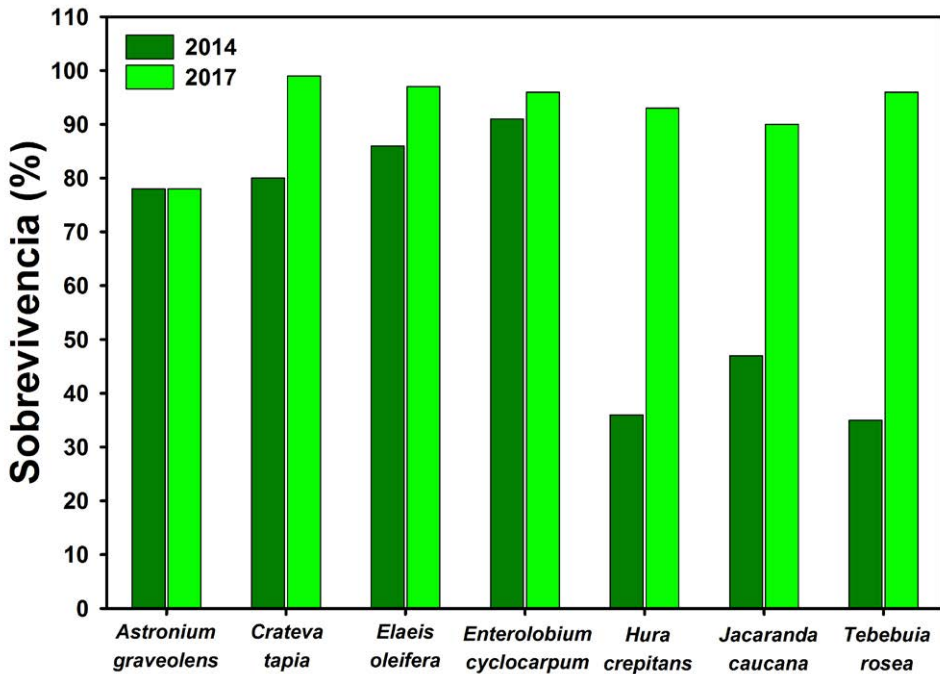
**Figura 9.** Proceso de capacitación de sistemas productivos sostenibles y restauración ecológica. Portada de la cartilla educativa entregada a las comunidades locales (A). Imagen de uno de los beneficiarios del proyecto practicando las técnicas de restauración ecológica (B).

## Establecimiento de las especies

En el primer periodo de plantación (2014), a un año de haber sido implementada, la tasa de sobrevivencia fue de 43%. En la plantación del segundo periodo (2017) se incrementó el porcentaje hasta 89%. Especies tales como: *A. graveolens*, *C. tapia*, *E. oleifera*, *E. cyclocarpum* y *C. gerascanthus* presentaron las tasas de sobrevivencia más altas (a 78%) para ambos periodos de plantación, lo que ratifica su potencial para la ampliación de la cubierta forestal del bs-T desde las primeras fases del proceso, bajo condiciones semejantes de micrositio observadas en Chimichagua.

Al comparar el éxito de establecimiento entre los dos periodos de plantación (2014 y 2017) a partir del origen de los propágulos, no se observó un

resultado claramente diferenciado entre propagación en vivero y el rescate. Un porcentaje alto de establecimiento es resultante de especies que provienen de vivero; sin embargo, algunas especies procedentes de rescate presentaron valores de establecimiento superiores a 85% (*C. tapia*, *J. caucana* y *T. rosea*). Lo anterior permite plantear preliminarmente que ambos métodos pueden ser útiles para la obtención de propágulos. Entre las plantaciones realizadas en 2014 y 2017, se observaron siete especies en común (Fig. 10), de las cuales *H. crepitans*, *J. caucana* y *T. rosea* presentaron una sobrevivencia muy variable, con rangos entre 35% y 47% para 2014 y superiores al 90% para 2017. En las restantes cuatro especies, el comportamiento en ambos periodos fue similar, con un porcentaje de sobrevivencia superior al 70%.



**Figura 10.** Porcentaje de sobrevivencia de especies plantadas tanto en 2014 como en 2017.

La sobrevivencia de las especies plantadas en 2017 presentó diferencias entre los dos periodos de monitoreo. Las mayores tasas de mortalidad estuvieron representadas en las especies *A. spruceanum* (15%), *A. saman* (13%), *J. caucana* (10%) y *H. ochraceus* (10%). Para las demás especies,

la mortalidad no superó el 10%. Las especies *A. graveolens* y *E. cyclocarpum* presentaron comportamientos semejantes entre periodos de plantación pese a que para el primer periodo (2014) provenían de rescate y para el segundo periodo (2017) del vivero.





*Mesoclemmys dahlí*

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La restauración ecológica del bs-T en Colombia no ha avanzado como en otros ecosistemas o como ha sucedido en otros países (Murcia & Guariguata 2014). Esta realidad se refleja al momento de planear iniciativas de restauración de hábitat para la fauna asociada al bs-T, como es el caso de la tortuga *M. dahlí*.

El proyecto de restauración ecológica presentado en este capítulo de libro se sustentó en una estrategia más amplia de conservación orientada desde la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (MADS 2015), donde se modificaron

algunos patrones de uso en predios de siete familias participantes y con beneficios hacia la comunidad en general.

La restauración del hábitat de la tortuga montañera fue un concepto innovador para las familias beneficiarias y contribuyó a cohesionar a los actores sociales e integrar sus acciones alrededor de las cañadas. Se logró que la comunidad enfocara su atención en esta especie de tortuga. El resultado del diálogo entre los actores sociales generó los acuerdos de conservación y evidencia del empoderamiento local hacia la conservación de la tortuga.

Entre los elementos para continuar con la conservación de *M. dahlí*, está una comunidad propiciadora y constructora de ideas a la vez que ejecutora de acciones. La aceptación social de las acciones propuestas fue fundamental para vincular la praxis de una disciplina científica (ecología de la restauración) con el tejido social. La conjunción de formas de conocimiento resultó en la toma de decisiones para la restauración ecológica y contribuyó a trascender y gozar de credibilidad, de aceptabilidad, de sentido práctico, de utilidad y de accesibilidad. Solo así, se construyó confianza entre los actores del proyecto y se reflejó en actividades más eficientes para la conservación de *M. dahlí*.

No se identificaron antecedentes de restauración de hábitat de *M. dahlí* en la localidad. El proyecto avanzó en el aprendizaje sobre cómo los diversos factores de índole antropogénico afectan a poblaciones, comunidades y al ecosistema en general (Bond & Lake 2003). Para la conservación de la tortuga *M. dahlí* será fundamental continuar la profundización en el conocimiento de su nicho ecológico, los regímenes de disturbio en su hábitat y su efecto sobre las poblaciones silvestres, así resolver las consideraciones propuestas por Miller & Hobbs (2007) para establecer metas de restauración de hábitats.

Favorecer la conectividad entre relictos de bosque, como un proceso necesario para mejorar el hábitat de la tortuga montañera implica rehabilitar las áreas productivas para evitar la ampliación de su frontera sobre los bosques riparios. El déficit hídrico y la variabilidad climática en la región, acrecientan la complejidad para el logro de los objetivos de restauración. Este proyecto es un primer esfuerzo por

acompañar a la comunidad de Chimichagua en la construcción de una *ética ambiental comunitaria* con la intención de avanzar hacia una restauración holística del paisaje, en donde uno de los primeros resultados fue el mejoramiento del hábitat de *M. dahlí*.

La cañada Guaraguau se identificó como nueva área con ocurrencia de *M. dahlí*. Se logró el establecimiento de plantaciones locales para la ampliación de bordes de avance de bosque ripario y acuerdos de conservación de bosques y playones que suman un total de 45 ha de bs-T a lo largo de casi 4 km de las cañadas Caracolí y Guaraguau y una red de familias interesadas en continuar el proceso de restauración. Todo ello, se traduce en oportunidades para la conservación de hábitat de *M. dahlí*.

La tortuga montañera es omnívora, pero solo ocasionalmente ha sido observada alimentándose de material vegetal. La comunidad informó haberla observado consumiendo frutos de la palma *E. oleífera*. Si esta observación es confirmada, la inclusión de dicha palma en la restauración del hábitat de *M. dahlí* sería importante. Una tasa de sobrevivencia de 85.6% en 2014 y de 97.3% en 2017, evidencia la aparente facilidad de *E. oleífera* para ser establecida. De otra parte, individuos de *M. dahlí* se han observado en comportamiento de estivación en la hojarasca de bosques riparios. Si la hojarasca puede llegar a cumplir una función relevante como refugio de tortugas ante los cambios de temperatura y de humedad locales, al momento de fomentar el desarrollo de la cubierta forestal se deben incorporar especies vegetales que aporten alta cantidad de hojarasca, tal sería el caso de *Anacardium excelsum* y *Astronium* sp. (Bonilla et al. 2008).

## AGRADECIMIENTOS

Este capítulo de libro presenta resultados parciales de un proyecto apoyado por WCS Colombia, TSA y la Fundación Mario Santo Domingo. Un especial agradecimiento a las familias participantes y firmantes de los acuerdos de conservación: Inés Fragoso y familia, Andrés y Otoniel Layva, Félix Mena y Renulfo Mena, Clotilde Palomino y familia, Edith y Fabio Morales, Augusto Gutiérrez y familia, Orlando Palomino y familia, Rubén Darío Palacio

Arce; a los viveristas Diomedes y Andrés Arias. Igualmente, a la Institución Educativa Técnica "Cerveleón Padilla Lascarro" y a la familia Mejía, en particular a Tomás "Tomasito" Mejía y a Jair "Yaco" Mejía. Finalmente agradecemos a todas las personas que nos compartieron su conocimiento a través del diálogo, gracias por su dedicación y convicción para proteger a la tortuga montañera del olvido y la extinción local.



*Mesoclemmys dahli*

## REFERENCIAS

- Álvarez, M., Escobar, F., Gast, F., Mendoza, H., Repizzo, A., Villareal, H. (1997): Bosque Seco Tropical. Págs. 56-72. En: Chaves M.E., Arango N. (Eds). 1998. Informe Nacional sobre el estado de la Biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.
- Aronson, J., Blignaut, J.N., Milton, S.J., Clewell, A.F. (2006): Natural capital: the limiting factor. *Ecological Engineering* 28: 1-5.
- Aronson, J., Renison, D., Rangel-Ch, J.O., Levy-Tacher, S., Ovalle, C., Del Pozo, A. (2007): Restauración del Capital Natural: sin reservas no hay bienes ni servicios. *Ecosistemas* 16: 15-24.
- Bailey, M.A., Holmes, J.N., Buhlmann, K.A., Mitchell, J.C. (2006): Habitat Management Guidelines for Amphibians and Reptiles of the Southeastern United States. Partners in Amphibian and Reptile Conservation Technical Publication HMG-2, Montgomery, Alabama.
- Baker, J., Beebee, T., Buckley, J., Gent, T., Orchard, D. (2011): Amphibian Habitat Management Handbook. Amphibian and Reptile Conservation. Bournemouth, UK.
- Berdugo-Lattke, M.L., Rangel-Ch, J.O. (2015): Composición florística del bosque tropical seco del santuario "Los Besotes" y fenología de especies arbóreas dominantes (Valledupar, Cesar, Colombia). *Colombia Forestal* 18: 87-103.
- Bond, N.R., Lake, P.S. (2003): Local habitat restoration in streams: Constraints on the effectiveness of restoration for stream biota. *Ecological Management & Restoration* 4: 193-198.
- Bonilla, R., Roncallo, B., Jimeno, J., García, T. (2008): Producción y descomposición de la hojarasca en bosques nativos y de *Leucaena* sp., en Codazzi, Cesar. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 9: 5-11.



- Brancalion, P.H., Cardozo, I.V., Camatta, A., Aronson, J., Rodrigues, R.R. (2014): Cultural ecosystem services and popular perceptions of the benefits of an ecological restoration project in the Brazilian Atlantic forest. *Restoration Ecology* 22: 65–71.
- Calderón, E., Galeano, G., Néstor, G. (2005): Libro Rojo de Plantas de Colombia. Palmas, Frailejones y Zamias. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá.
- Carvajal-Cogollo, J.E., Urbina-Cardona, J.N. (2008): Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 1: 397–416.
- Clewell, A., Rieger, J., Munro, J. (2000): Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects. Society for Ecological Restoration International. Tucson, Arizona.
- Clewell, A.F., Aronson, J. (2006): Motivations for the restoration of ecosystems. *Conservation Biology* 20: 420–428.
- Clewell, A.F., Aronson, J. (2013): *Ecological Restoration: Principles, Values, and Structure of an Emerging*. Island Press, Washington, DC.
- Corbin, J.D., Holl, K.D. (2012): Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management* 265: 37–46.
- Díaz, S., Lavorel, S., Chapin III, F.S., Tecco, P.A., Gurvich, D.E., Grigulis, K. (2007): Functional diversity—at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters. Págs. 81–91. En: Canadell, J.G., Pataki, D., Pitelka, L. (Eds). *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Fals-Borda, O. (1980): La ciencia y el pueblo: nuevas reflexiones sobre la investigación-acción. Págs. 149–174. En: Vio Grossi, F., Gianotten, V., Wit, T.D. (Eds). *Investigación Participativa y Praxis Rural: Nuevos Conceptos en Educación y Desarrollo Comunal*. Mosca Azul Ediciones, Lima.
- Forero-Medina, G., Joppa, L., Pimm, S.L. (2010): Constraints to species' elevational range shifts as climate changes. *Conservation Biology* 25: 163–171.
- Forero-Medina, G., Cárdenas-Arévalo, G., Castaño-Mora, O.V. (2011): Abundance, home range, and movement patterns of the endemic species Dahl's toad-headed Turtle (*Mesoclemmys dahli*) in Cesar, Colombia. *Chelonian Conservation and Biology* 10: 228–236.
- Forero-Medina, G., Cardenas-Arévalo, G., Castaño-Mora, O. V. (2012): Habitat modeling of Dahl's toad-headed turtle (*Mesoclemmys dahli*) in Colombia. *Herpetological Conservation and Biology* 7: 313–322.
- Forero-Medina, G., Yusti-Muñoz, A.P., Castaño-Mora, O.V. (2014): Distribución geográfica de las tortugas continentales de Colombia y su representación en áreas protegidas. *Acta Biológica Colombiana* 19: 415–426.
- Forero-Medina, G., Castaño-Mora, O.V., Cárdenas-Arévalo, G., Medina-Rangel, G.F. (2013): *Mesoclemmys dahli* (Zangerl & Medem 1958). Dahl's toad-headed turtle, Carranchina, Tortuga Montañera. En: Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., van Dijk, P.P., Stanford, C.B., Goode, E.V., Buhlmann, K.A., Pritchard, P.C.H., Mittermeier, R.A. (Eds). *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. Chelonian Research Monographs 5: 069.1–069.8.
- Gascon, C., Lovejoy, T.E., Bierregaard, R.O., Malcolm, J.R., Stouffer, P.C., Vasconcelos, H.L., Laurance, W.F., Zimmerman, B., Tocher, M., Borges, S. (1999): Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 91: 223–229.
- Janzen, D. (1988): Tropical Dry Forest: The most threatened major tropical ecosystem. Págs. 130–137. En: Wilson, E.O., Peters, F.M. (Eds). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington.
- Lozano-Zambrano, F.H. (2009): Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Bogotá.
- MADS (2015): Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios eco-

- sistémicos. Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, República de Colombia.
- McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, J., Dixon, K.W. (2016): International standards for the practice of ecological restoration—including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington.
- Medem, F. (1966): Contribuciones al conocimiento sobre la ecología y distribución geográfica de *Phrynops (Batrachemys) dahli*; (Testudinata, Pleurodira, Chelidae). *Caldasia* 9: 467-489.
- Mendoza-C, H. (1999): Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia* 21: 70-94.
- Miles, L., Newton, A.C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V., Gordon, J. E. (2006): A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33: 491-505.
- Miller, J. R., Hobbs, R. J. (2007): Habitat restoration - Do we know what we're doing? *Restoration Ecology* 15: 382-390.
- Morales-Betancourt, M.A., Lasso, C.A., Páez, V.P., Bock, B.C. (2015): Libro rojo de reptiles de Colombia. Universidad de Antioquia e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- Morrison, M.L. (2009): *Restoring Wildlife: Ecological Concepts and Practical Applications*. 2th edition. Island Press, Washington.
- Morrison, M.L. (2013): *Wildlife Restoration: Techniques for Habitat Analysis and Animal Monitoring*. Island Press, Washington.
- Morrison, M.L., Marcot, B.G., Mannan, R.W. (2006): *Wildlife-Habitat Relationships: Concepts and Applications*. 3th edition. Island Press, Washington.
- Murcia, C., Guariguata, M.R. (2014): *La Restauración Ecológica en Colombia: Tendencias, Necesidades y Oportunidades*. Center for International Forestry Research (CIFOR), Occasional paper 107. Bogor, Indonesia.
- Olascuaga-Vargas, D., Mercado-Gómez, J., Sánchez-Montaño, L.R. (2016): Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Tolviejo-Sucre (Colombia). *Colombia Forestal* 19: 23-40.
- Pinelo, G.I. (2004): *Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo*. Reserva de la Biósfera Maya, Petén Guatemala. WWF-PROARCA. Serie Técnica.
- Pizano, C., García, H. (2014): *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- Rueda-Almonacid, J.V., Carr, J.L., Mittermeier, R.A., Rodríguez-Mahecha, J.V., Mast, R.B., Vogt, R.C., Rhodin, A.G.J., de la Ossa-Velázquez, J., Rueda, J.N., Mittermeier, C.G. (2007): *Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico*. Conservación Internacional. Serie de Guías Tropicales de Campo.
- Sadoff, C., Muller, M. (2010): *La gestión del agua, la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático: efectos anticipados y respuestas esenciales*. Global Water Partnership, The Background Papers.
- SER (2004): *The SER International Primer on Ecological Restoration*. [www.ser.org](http://www.ser.org) y Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Tambosi, L.R., Martensen, A.C., Ribeiro, M.C., Metzger, J.P. (2014): A framework to optimize biodiversity restoration efforts based on habitat amount and landscape connectivity. *Restoration Ecology* 22: 169-177.
- TFTSG (1996): *Mesoclemmys dahli*. Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group. The IUCN Red List of Threatened Species: e. T17080A97269302.
- Vargas, W. (2015): Una breve descripción de la vegetación, con especial énfasis en las pioneras intermedias de los bosques secos de La Jagua, en la cuenca alta del río Magdalena en el Huila. *Colombia Forestal* 18: 47-70.