

### III Congreso Colombiano de Restauración Ecológica (octubre de 2016)

Restauración del bosque andino en reservas naturales de la sociedad civil (municipio de San Francisco - Cundinamarca), mediante la implementación de dos compensaciones ambientales

Adriana Hurtado<sup>1</sup>, Marcela Santamaría<sup>2</sup> y Mateo Hernández<sup>3</sup>

#### RESUMEN

En el marco de una alianza de cooperación técnica, Resnatur y la Fundación Ecotrópico Colombia vienen fortaleciendo los procesos de conservación y producción sostenible en reservas naturales de la sociedad civil, a través de actividades de restauración ecológica enmarcadas en estrategias de conectividad regional y gestión territorial. En particular, desde febrero de 2015 iniciaron una restauración ecológica en siete reservas naturales de la sociedad civil ubicadas en la zona alta del municipio de San Francisco - Cundinamarca (> 2.350 m s.n.m.), para dar cumplimiento a dos compensaciones ambientales por aprovechamiento de cobertura vegetal de la Concesión Sabana de Occidente S.A.S., como consecuencia de la construcción del Tramo 3 de la doble calzada de la autopista Bogotá - Villeta. Estas reservas conservan relictos de bosque altoandino de la zona de influencia de la Cuchilla de El Tablazo y corresponden a áreas de recarga hídrica de las fuentes que abastecen los acueductos de la zona. El proceso involucró el aislamiento y la siembra de 36.306 árboles de 37 especies nativas en 31,1 ha de áreas abiertas o potreros, antes dedicados a la ganadería, colindantes o cercanos a fragmentos remanentes de bosque natural, para promover su conectividad, la protección de los nacimientos y cursos de agua, y el control de la erosión. El 70% de los árboles establecidos pertenece a especies pioneras y el otro 30% corresponde a especies de alta longevidad, que persisten en bosque maduro.

*Key words:* compensación ambiental, restauración ecológica, bosque altoandino, especie pionera, conservación en predios privados.

---

1 Directora Fundación Ecotrópico Colombia

2 Coordinadora Técnica - Resnatur

3 Asesor Fundación Ecotrópico Colombia

## INTRODUCCIÓN

La consolidación de procesos locales de conservación privada constituye una gran oportunidad para que los sectores productivos implementen sus compensaciones ambientales en el contexto de una verdadera adicionalidad. La protección local de remanentes de ecosistemas naturales y estratégicos y su restauración en predios privados aporta a la conectividad de los mismos en la escala regional. Además, si estos predios hacen parte de un proceso y movimiento socioecológico que opera en red, el impacto favorable de las actividades implementadas es aun mayor; se visibiliza y fortalece el compromiso de todos sus actores, lo cual garantiza su permanencia en el largo plazo.

Actualmente hay un grupo amplio de fincas, muchas de las cuales hacen parte de la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (Resnatur), ubicadas al occidente de Bogotá en los municipios de Subachoque, El Rosal, San Francisco, Supatá y La Vega, cuyos propietarios tienen gran interés en la conservación de la biodiversidad local y regional, y la gestión integrada de los servicios ecosistémicos que soporta. Sus predios suman alrededor de 2.000 ha, de las cuales más de 1.000 corresponden a remanentes de bosque natural andino y altoandino (1.200 a 3.000 m s.n.m.). Allí vienen implementando actividades de aislamiento de franjas de bosque nativo, restauración ecológica del mismo en zonas estratégicas (como nacimientos de agua y rondas de ríos y quebradas), plantación de cercas vivas y recuperación de zonas degradadas; todo lo anterior articulado a sus prácticas productivas con criterios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental. A través de encuentros han conformado un grupo activo y organizado que intercambia información y experiencias, y participa en reuniones de carácter municipal y otras instancias de beneficio común.

En este contexto, las fincas situadas alrededor del escarpe al occidente de la Sabana de Bogotá, en el municipio de San Francisco, objeto de las dos compensaciones ambientales implementadas, hacen parte del corredor de bosque andino remanente más importante de esta región de Cundinamarca, el cual permite la conectividad biológica de norte a sur en la vertiente occidental del departamento. Estos bosques húmedos, bajo la influencia frecuente de niebla, albergan una de las mayores riquezas biológicas que se pueden encontrar cerca de Bogotá: alrededor de 1.000

especies de plantas vasculares nativas (incluyendo más de un centenar de orquídeas), unas 150 especies de aves y aproximadamente 50 especies de mamíferos, entre muchas otras.

La implementación de las dos compensaciones ambientales se realizó bajo una alianza técnica entre Resnatur y la Fundación Ecotrópico Colombia. Estas dos instituciones tienen objetivos complementarios a favor de la conservación de los bosques y ecosistemas colombianos. La primera trabaja en el conocimiento, la consolidación y el posicionamiento de las iniciativas de conservación de la sociedad civil que, mediante acciones efectivas de producción y manejo, y protección de la diversidad biológica en el nivel de finca, garantizan la sostenibilidad de sus predios y de los servicios ecosistémicos de la región en la que están inmersos. La segunda centra sus actividades en la generación de conocimiento sobre la biodiversidad y el diseño de estrategias para su conservación en diferentes escalas y contextos territoriales, basadas en los patrones de fragmentación del paisaje y cambios asociados en la distribución y composición de las especies, y el modelamiento de la conectividad de hábitat natural (corredores biológicos).

A través de la alianza técnica Resnatur-Ecotrópico se canalizó el interés, compromiso y la experiencia de los propietarios de las reservas en acciones de restauración ecológica para atender los requerimientos técnicos de la Concesión Sabana de Occidente S.A.S. (CSO) y dar cumplimiento a las compensaciones ambientales establecidas en las resoluciones 204/2011 y 298/2014, como consecuencia de la construcción del Tramo 3 de la doble calzada de la autopista Bogotá - Villeta.

## ÁREA DE ESTUDIO

Los siete predios privados están ubicados en el municipio de San Francisco, Cundinamarca (Figura 1). Cuatro se localizan en la vereda La Laja (Paso de Nubes, El Tíbar, El Silencio y Waldruhe I), uno en San Miguel (Waldruhe II) y dos en Sabaneta (Chuguacá y San Pedro). De estos siete predios, seis son reservas naturales de la sociedad civil vinculadas a Resnatur. Aun cuando la finca San Pedro no hace parte de Resnatur, tiene un área de 50 ha dedicada 100% a la conservación de su bosque andino primario y secundario, que sus propietarios denominan “La Reserva”.

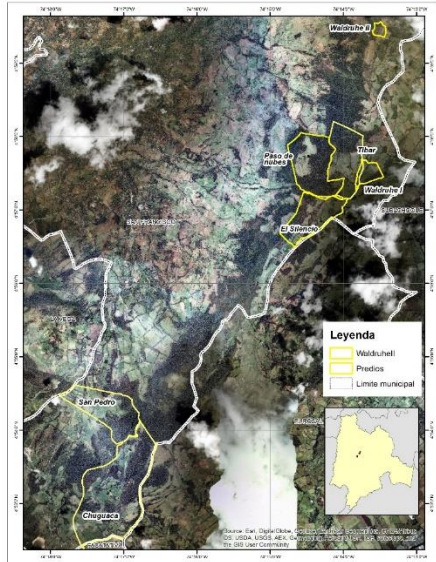


Figura 1. Ubicación de las seis reservas naturales de la sociedad civil y el predio en donde se implementó el proceso de compensación ambiental.

Las reservas se encuentran a más de 2.350 m s.n.m. y tienen una precipitación media anual de 1.500 mm. Las lluvias del primer semestre inician en febrero y se prolongan hasta finales de mayo; el segundo semestre es el más lluvioso y comprende los meses de septiembre a noviembre. De acuerdo con los límites de variación altitudinal y temperatura, la zona se encuentra en el piso térmico frío, con una formación vegetal de bosque húmedo montano bajo (bh-MB). La vegetación natural de los relictos de bosque presentes en las reservas donde se implementó la restauración ecológica está representada por especies como roble (*Quercus humboldtii*), sangregado (*Croton magdalenensis*), amarillo (*Aiouea dubia*, *Nectandra discolor*), aguacatillo (*Persea mutisii*), susca (*Ocotea calophylla*), encenillo (*Weinmannia tomentosa*), laurel de cera (*Morella parvifolia*), gaque (*Clusia multiflora*), salvio blanco (*Lippia hirsuta*), chuguacás (*Hieronyma rufa*, *Hieronyma macrocarpa*), cedro (*Cedrela montana*) y aliso (*Alnus acuminata*).

## MÉTODOS

Se partió de una lista preliminar de 20 fincas ubicadas en los municipios de San Francisco y La Vega, para la selección de los predios en donde se implementarían las dos compensaciones ambientales. Fue necesario realizar varias visitas e ir descartando predios de este listado inicial. Finalmente, se decidió adelantar la restauración en predios que tuvieran definido un uso del suelo

enmarcado en la conservación y preservación de recursos naturales, según el Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca del río Negro (Pomca); esto con el fin de garantizar la permanencia de la plantación en el tiempo. Así mismo, se buscó que la ubicación de estas plantaciones contribuyera a la conectividad local y regional del corredor de bosques remanentes y tuviera incidencia directa en zonas de recarga hídrica de fuentes que abastecieran acueductos de las comunidades de la zona.

Como resultado de este proceso se seleccionaron siete predios que cumplieran con las condiciones antes mencionadas y que, sumado a las acciones de manejo propuestas, sus propietarios se comprometieron a garantizar el adecuado desarrollo de los arreglos forestales que se establecerían. La selección de predios y las áreas a compensar al interior de cada uno fueron concertadas previamente entre CSO y Resnatur-Ecotrópico.

Estos acuerdos se formalizaron a través de la suscripción de un convenio de cooperación interinstitucional entre Resnatur y CSO por tres años y nueve meses, contados a partir de febrero de 2015. El convenio tiene por objeto la implementación de las dos compensaciones ambientales establecidas en las resoluciones 204 (del 20 de diciembre de 2011) y 298 (del 28 de marzo de 2014) de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Bajo este marco legal, la totalidad de la compensación ambiental implica la reforestación de 29,97 ha, con una densidad de siembra de 1100 árboles/ha, lo que corresponde a 32967 árboles.

La coordinación técnica del proyecto se viene realizando a través de la alianza entre Resnatur y la Fundación Ecotrópico Colombia, siendo CSO el interlocutor directo tanto con la ANLA como con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Una vez firmado el convenio de cooperación interinstitucional, Resnatur y Ecotrópico realizaron el reconocimiento, ajuste y la georeferenciación de las áreas propuestas por los propietarios de las reservas para la implementación (Figura 2). Luego diseñaron los arreglos forestales (composición de especies y cantidad), de manera concertada con los propietarios, de acuerdo con las necesidades y particularidades de protección de nacimientos, humedales y quebradas, de restauración y conectividad de fragmentos remanentes de bosques nativos al interior de cada predio y con

relación a los corredores de bosques locales, y respondiendo a la disponibilidad de las especies en los viveros. Para esto se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Disponer de la tierra necesaria para la siembra y el mantenimiento del número de árboles acordados durante la vida útil del proyecto (45 meses o tres años y nueve meses).
- Suscribir un acuerdo de conservación con Resnatur para la implementación de la siembra y el mantenimiento durante los 45 meses del proyecto.

Los acuerdos de conservación firmados entre Resnatur y cada propietario o representante de la reserva o finca contemplaron los siguientes aspectos:

- Mantener los arreglos forestales implementados de tal forma que las áreas restauradas queden excluidas de actividades extractivas (p.e. madera, entre otras) y protegidas de las actividades de pastoreo.
- Mantener los arreglos forestales implementados a largo plazo, en el marco de la estrategia de conectividad que se viene promoviendo al interior del grupo de reservas y fincas del occidente (municipios de San Francisco, Supatá, El Rosal y La Vega) y de los procesos de restauración de acuerdo al plan de manejo de sus predios.
- Suministrar a la coordinación técnica del proyecto la información y el apoyo necesario en el proceso de seguimiento, monitoreo y evaluación.
- Apoyar el proceso de divulgación de la experiencia como mecanismo para ampliar el ámbito de la estrategia de conectividad regional y para la implementación de futuras compensaciones ambientales en otros predios privados.

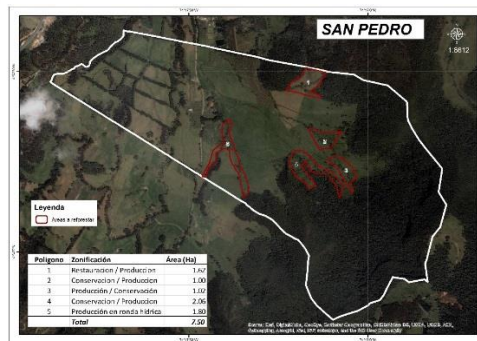
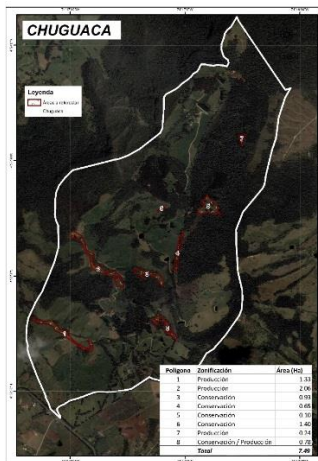
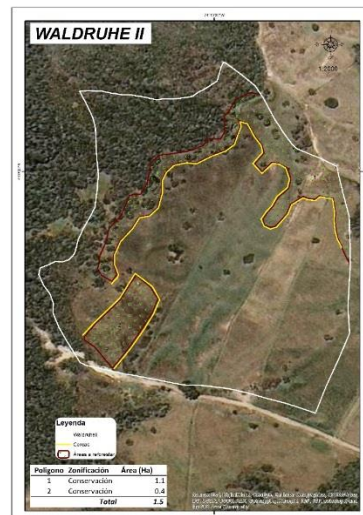
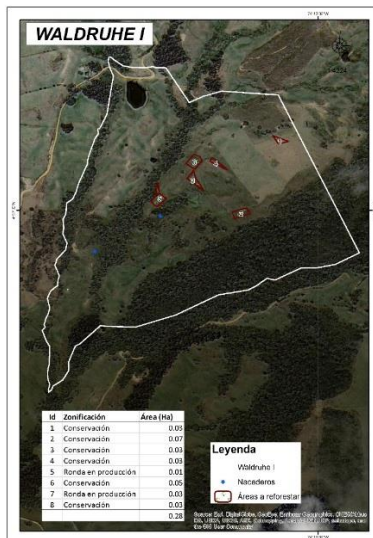
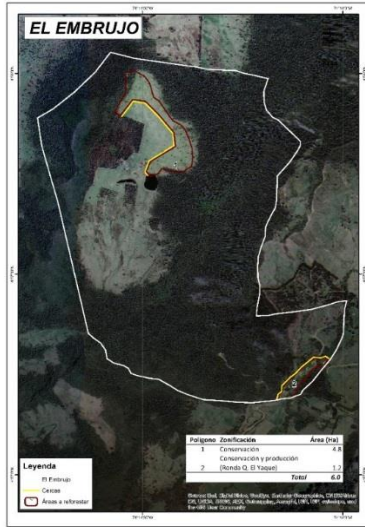
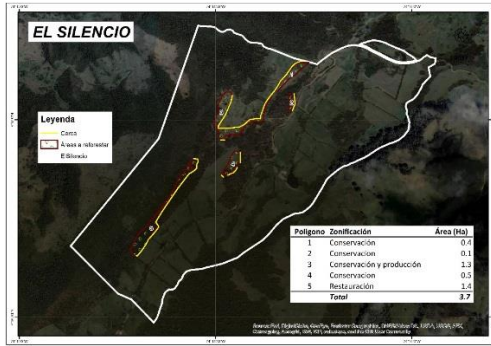


Figura 2. Áreas de los polígonos de cada reserva en donde se llevó a cabo el proceso de restauración. Nota: El predio el Embrujo corresponde actualmente a la Reserva Natural Paso de Nubes.

Con los resultados de estas actividades de planificación y zonificación se presentaron dos planes de establecimiento a la CAR para la aprobación final del proceso de restauración ecológica. En abril de 2015, la CAR aprobó el primer plan de establecimiento que involucró la siembra de 16967 árboles en cinco reservas. En diciembre de 2015, la CAR aprobó el segundo plan de establecimiento que incluyó la siembra de 16000 árboles restantes en la Reserva Natural Chuguacá y en la finca familiar San Pedro. Al valor total de árboles a sembrar se calculó un porcentaje adicional de 12%, con relación al total establecido en las resoluciones, para contrarrestar cualquier pérdida.

Teniendo en cuenta que en la zona se desarrollan actividades de ganadería extensiva fue necesaria la instalación de un cerramiento de protección alrededor del área restaurada. En cada uno de los polígonos definidos para la siembra se establecieron cercas con postes de madera a una distancia entre sí de 2,5-3 m. Se usó principalmente alambre de púa, pero también alambre liso (cerca eléctrica). Dentro de cada polígono se hizo un plateo que consistió en la limpieza parcial del área para despejar las malezas y el pasto existentes, en torno al sitio de siembra del árbol. Posteriormente, se hicieron hoyos destapados de 40 cm de profundidad por 40 cm de diámetro. Luego se sembraron los árboles aplicando humus e hidrotenedor en la base del hueco. Este último ayuda a mantener la humedad constante en las raíces, facilitando el establecimiento del árbol. El tamaño de los árboles sembrados varió entre 40 y 80 cm de alto.

Se estableció que los mantenimientos de los árboles se llevarían a cabo dos veces al año. Estos mantenimientos involucran una limpieza de las malezas con machete (limpieza manual) en un círculo de diámetro de 80 cm, tomando como eje el tallo de la planta, con el fin de impedir la competencia por luz y nutrientes al árbol, y disminuir el tamaño de las malezas. No se remueve el suelo alrededor del árbol ni se utiliza guadañadora que podría cortar brotes de otros árboles.



Una vez finalizada la etapa de establecimiento y mantenimiento, durante el periodo de vigencia del convenio de cooperación institucional (45 meses - octubre de 2018), la plantación será entregada a los propietarios, en conjunto, quedando bajo su responsabilidad. La CAR podrá hacer seguimiento de la misma. El ANLA deberá incorporar estas áreas a la base de datos que ésta administrada, sobre las áreas compensadas en el país.

## RESULTADOS

La restauración ecológica se llevó a cabo en 33,1 ha, sembrando 36306 árboles de 37 especies nativas (Tabla 1). El valor total de árboles sembrados incluye 3333 árboles de reposición para contrarrestar las pérdidas por posible mortandad. Por lo tanto, la siembra se llevó a cabo en una densidad de 1000 árboles/ha, siendo menor a la planteada en las resoluciones (1100 árboles/ha) y para un área mayor. De esta manera, los propietarios de las reservas pusieron a disposición más área para la reforestación que la inicialmente pactada.

Se instalaron 19800 m de cerca para aislar cerca de 25 polígonos de diferente tamaño, en las siete áreas de la implementación (Tabla 1). Estos polígonos incluyeron zonas de protección, conservación, recuperación o restauración y rondas de cursos de agua en zona de producción.

Tabla 1. Área, número de árboles de los arreglos forestales implementados entre 2015 y 2016 y metros de cerca instalados, en las siete reservas naturales y predios involucrados (municipio de San Francisco, Cundinamarca).

Nombre de reserva o predio	Área reforestada (ha)	No. de árboles sembrados	Cerca instalada (m)
RN El Silencio	3,7	4415	1500
RN Paso de Nubes	6,0	6050	2600
RN EL Tíbar	6,1	6000	2600
RN Waldruhe I	0,8	706	0
RN Waldruhe II	1,5	1616	800
RN Chuguacá	7,5	8509	6300
Finca San Pedro	7,5	8700	6000
Total	33,1	36306	19800

En 2015 se sembraron 10996 árboles. Debido a la intensa sequía entre agosto y octubre de 2015, acentuada por el fenómeno climático El Niño, la siembra de árboles que estaba programada para los meses de octubre y noviembre del 2015 fue aplazada hasta marzo de 2016. Entre marzo y abril, y en septiembre del año en curso, fueron sembrados 25310 árboles.

El 70% de las especies sembradas son pioneras y 30% de bosque maduro (Tabla 2). Estas especies fueron seleccionadas tomando en cuenta que son especies nativas típicas de los bosques de la región, disponibles en los viveros. Dado que la mayor parte de la restauración ecológica fue realizada en potreros o zonas abiertas, en medio de áreas actualmente dedicadas a la ganadería, se hizo énfasis en un conjunto de especies pioneras, de crecimiento rápido, cuyo desarrollo es favorable en áreas muy expuestas, y así contribuir a garantizar su supervivencia. De acuerdo con sus requerimientos y funciones, estas especies generan cobertura en forma rápida y crean nichos adecuados donde, más adelante, puede establecerse una mayor variedad de especies por regeneración natural.

Las siguientes especies pioneras conformaron la mayor parte de los ejemplares plantados, ya que los viveros las propagan de forma masiva: aliso (*Alnus acuminata*), tibar (*Escallonia paniculata*), laurel de cera (*Morella parvifolia*) y roble (*Quercus humboldtii*); esta última registrada en los libros rojos como especie vulnerable. Entremezclados con estas especies pioneras, y protegidos por las mismas, se plantaron especies nativas cuyo desarrollo es más lento y azaroso en las condiciones mencionadas de exposición, como el pino romerón (*Retrophyllum rospigliosii*), registrada en los libros rojos bajo la categoría “Casi Amenazada”, cedro (*Cedrela montana*), también registrada como Vulnerable, y mano de oso (*Oreopanax floribundum*), entre otras. En particular, vale la pena destacar el alto valor ecológico de especies como el cajeto (*Citharexylum subflavescens*) y lechero (*Sapium stylare*), por su importancia como fuente de alimento de pavas de monte y tucanes de montaña; así como el cajeto de hoja pequeña (*Citharexylum sulcatum*), endémico de la cordillera Oriental; la palma de cera (*Ceroxylon quindiuense*), que se encuentra en peligro y las otras dos especies amenazadas de pino nativo (*Prumnopitys montana* y *Podocarpus oleifolius*).

Tabla 2. No. de árboles sembrados de cada especie en las siete reservas naturales y predios involucrados (municipio de San Francisco, Cundinamarca).

No.	Árbol (especie)	Tipo de árbol	Total
1	Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> )	Pionera	5043
2	Angelito ( <i>Monochaetum myrtoideum</i> )	Pionera	100
3	Arboloco ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> )	Pionera	280
4	Arrayán de castilla ( <i>Myrcianthes leucoxylo</i> )	Bosque maduro	1331
5	Arrayán negro ( <i>Myrcianthes rophaloides</i> )	Bosque maduro	27
6	Cajeto ( <i>Citharexylum subflavescens</i> )	Pionera	1913
7	Cajeto de hoja pequeña ( <i>Citharexylum sulcatum</i> )	Bosque maduro	32
8	Caucho sabanero ( <i>Ficus americana</i> )	Pionera	650
9	Caucho tequendama ( <i>Ficus tequendamae</i> )	Pionera	50
10	Cedro ( <i>Cedrela montana</i> )	Bosque maduro	414
11	Chicalá ( <i>Tecoma stans</i> )	Pionera	412
12	Chilco ( <i>Baccharis latifolia</i> )	Pionera	1745
13	Chuque o Garrocho ( <i>Viburnum triphyllum</i> )*	Pionera que persiste en bosque maduro	1930
14	Ciro ( <i>Baccharis macrantha</i> )	Pionera	1.635
15	Cucharero ( <i>Myrsine coriacea</i> )	Pionera	255
16	Duraznillo ( <i>Abatia parviflora</i> )	Pionera	1310
17	Encenillo ( <i>Weinmannia tomentosa</i> )	Pionera	50
18	Espino garbanzo ( <i>Duranta mutisii</i> )	Pionera	700
19	Gaque ( <i>Clusia multiflora</i> )**	Bosque maduro	821
20	Hayuelo ( <i>Dodonaea viscosa</i> )	Pionera	2076
21	Laurel de cera hojipequeño ( <i>Morella parvifolia</i> )	Pionera	4376
22	Lechero ( <i>Sapium stylare</i> )	Pionera	32
23	Mano de oso de cinco dedos ( <i>Oreopanax floribundum</i> )	Bosque maduro	430
24	Mano de oso de tres dedos ( <i>Oreopanax bogotense</i> )	Bosque maduro	31
25	Palma boba ( <i>Cyathea</i> sp.)	Pionera	142
26	Palma de cera ( <i>Ceroxylon quindiuense</i> )	Bosque maduro	205

27	Papayuelo ( <i>Vasconcellea pubescens</i> )****	Pionera que persiste en bosque maduro	50
28	Pino negro ( <i>Prumnopitys montana</i> )	Bosque maduro	62
29	Pino real ( <i>Podocarpus oleifolius</i> )	Bosque maduro	67
30	Pino romerón ( <i>Retrophyllum rospigliosii</i> )	Bosque maduro	165
31	Raque ( <i>Vallea stipularis</i> )	Pionera	1340
32	Roble ( <i>Quercus humboldtii</i> )*****	Pionera que persiste en bosque maduro	4465
33	Sangregado ( <i>Croton magdalenensis</i> )	Pionera	500
34	Sietecueros ( <i>Tibouchina lepidota</i> )***	Pionera	80
35	Tibar ( <i>Escallonia paniculata</i> )	Pionera	3530
36	Trompeto ( <i>Bocconia frutescens</i> )	Pionera	7
37	Upacón o jome ( <i>Montanoa ovalifolia</i> )	Pionera	50

\*Crece más lento que las otras especies pioneras, pero resiste ambiente sombreado, por lo que persiste en bosque maduro. \*\*De bosque maduro en zona rocosa. \*\*\*De sitios muy húmedos. \*\*\*\* Crece rápido, tiene madera blanda y crece bien en áreas iluminadas de vegetación secundaria y en claros naturales de bosques antiguos.

A septiembre de 2016, la mortandad de los árboles sembrados no supera el 7% (Figura 3). Esta alta supervivencia obedece a que, para amortiguar la sequía extrema de 2015, no se hizo el corte o retiro intensivo de malezas durante los mantenimientos. Por lo tanto, además de la aplicación del hidrotenedor, se logró que las malezas protegieran los árboles de la desecación. Árboles como el chilco (*Baccharis latifolia*) y el ciro (*Baccharis macrantha*) contribuyeron considerablemente a la sobrevivencia del proceso de restauración, dada su fortaleza frente a las condiciones adversas de viento y sequía.

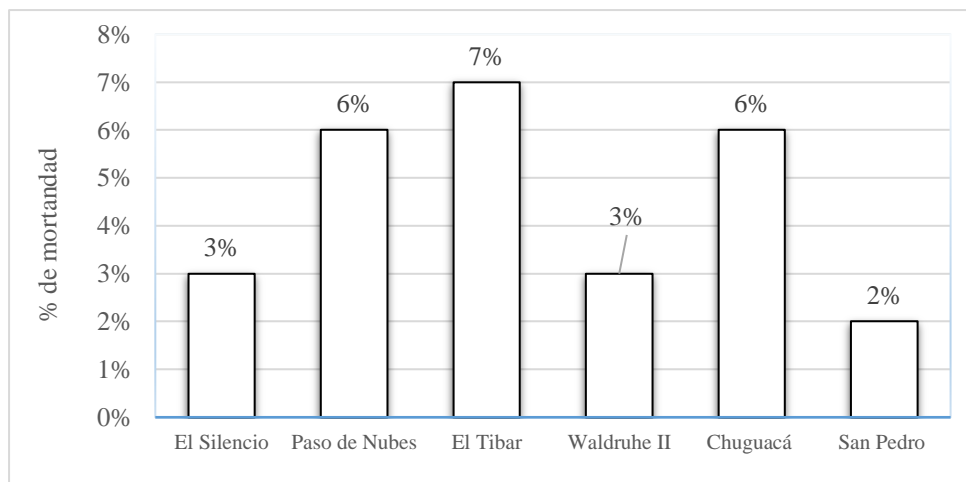


Figura 3. Porcentaje de mortandad de los árboles sembrados en las siete reservas naturales y predios involucrados (municipio de San Francisco, Cundinamarca).

## DISCUSIÓN

El ejercicio de implementación de las dos compensaciones en reservas naturales privadas constituye un primer referente en la región, en el que CSO depositó su confianza en el compromiso y los procesos de conservación de sus propietarios. A pesar de que las dos resoluciones son anteriores al actual manual de compensaciones ambientales (MADS 2012), para Resnatur y Ecotrópico su implementación constituye un primer esfuerzo para visibilizar y fortalecer a la sociedad civil como actor clave dentro de las estrategias del “cómo compensar”. Las reservas naturales privadas son piezas estructurales esenciales para complementar las figuras y los procesos regionales de conservación. Esta complementariedad y adicionalidad no solo son relevantes para garantizar la conectividad de los corredores de bosques naturales, sino para articular los paisajes rurales (conservación más producción sostenible) a estas estrategias regionales de conservación.

En cuanto al beneficio para los propietarios de las reservas privadas, las compensaciones ambientales deben contribuir a evidenciar el aporte de la biodiversidad a la producción. Mantener los remanentes de bosque y restaurar áreas estratégicas en sus predios favorece los procesos de fertilidad de los suelos, la retención de sedimentos y humedad, movilización de nutrientes, el

control de la erosión, la polinización, el control biológico de plagas y enfermedades, entre otros servicios ecosistémicos, amortiguando los efectos de la variabilidad y el cambio climático.

En este caso en particular, la implementación de las compensaciones ambientales se enmarcó en la protección y restauración de nacimientos de agua, recuperación de rondas de quebradas, el control de la erosión y la conectividad de los fragmentos remanentes de bosque andino al interior de cada predio y entre los mismos. A partir de este núcleo se buscará consolidar rutas y corredores biológicos, mediante futuras restauraciones en las otras reservas naturales privadas y fincas de la red mencionada, ubicadas en las partes media y baja del municipio de San Francisco y municipios de Supatá, El Rosal y La Vega.

Dos aspectos han sido fundamentales para asegurar el éxito de la siembra: 1) La selección y el énfasis en especies pioneras (aliso, tibar, roble, laurel de cera, chilco, ciro, entre otras), que demostraron ser muy resistentes bajo las condiciones de extrema sequía del 2015. 2) El aislamiento y la siembra de los árboles en áreas abiertas colindantes o cercanas a fragmentos remanentes de bosque altoandino, que ha potenciado su rápida regeneración natural con una diversidad de especies nativas adicionales, la mayoría no disponibles en viveros. Bajo estas condiciones, con el bosque operando como fuente de semilla y soporte de los procesos ecológicos requeridos, es posible garantizar la restauración en estas áreas, en el mediano y largo plazo, de un bosque de niebla diverso y funcional. Este resultado también destaca una de las ventajas costo-efectivas de implementar compensaciones ambientales en áreas cercanas o contiguas a bosques naturales, donde se asegura que por cada árbol plantado llegan muchos más (Figura 4).



Figura 4. Roble sembrado y la llegada de un trompeta.

La necesidad de implementar en la práctica mecanismos jurídicos como el testamento ecológico que plantean los artículos 1008 al 1493 del Código Civil Colombiano sobre “Utilidad en conservación”<sup>4</sup> (ver Ocampo-Peñuela 2014), es cada vez más inminente. Con este instrumento, los propietarios podrían afectar las escrituras públicas de sus predios de forma que el uso de esa tierra sea exclusivamente dedicado a la conservación de los bosques, y a la producción sostenible y amigable con la biodiversidad.

## BIBLIOGRAFÍA

MADS, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. 2012. Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Viceministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Bogotá D. C., Colombia.

Ocampo-Peñuela N. (Ed.). 2010. Mecanismos de conservación privada: una opción viable en Colombia. Grupo Colombiano Interinstitucional de Herramientas de Conservación Privada-G5. Bogotá D. C., Colombia. 112 pp.

Resolución 204 (20 de diciembre de 2011). Por lo cual se otorga una licencia ambiental y se toman otras disposiciones.

---

<sup>4</sup> “Quien escribe el testamento puede especificar el uso que debe darse al predio, ya sea en un tiempo determinado o a perpetuidad. Uno de los usos puede ser el mantenimiento de los fragmentos de ecosistemas naturales o el enriquecimiento de las comunidades vegetales del predio, entre otros usos” (en Ocampo-Peñuela 2014).