

**Plan piloto para la restauración de bosque protector en el humedal Las Chozas,
Corregimiento Cajete, Popayán, Cauca**



Nuria Cristina Ortega Quijano

Universidad del Cauca
Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación
Departamento de Biología
Popayán
2018

**Plan piloto para la restauración de bosque protector en el humedal Las Chozas,
Corregimiento Cajete, Popayán, Cauca**

Trabajo de grado modalidad investigación para optar al título de:

BIÓLOGA

Nuria Cristina Ortega Quijano

Director

Diego Jesús Macías Pinto

Universidad del Cauca

Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación

Departamento de Biología

Popayán

2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y los jurados han leído el presente trabajo, han escuchado la sustentación del mismo por su autora y lo encuentran satisfactorio.

Diego Jesus Macías Pinto

Director

Hernando Rafael Vergara Varela - Jurado

Giovanni Varona Balcázar - Jurado

Popayán, agosto 2018

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	9
RESUMEN.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS.....	12
2.1. General	12
2.2. Específicos	12
3. MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES	12
3.1. Importancia de los Humedales	12
3.1.1. Normatividad vigente	13
3.1.2. Oferta ambiental	14
3.1.3. Zonificación ambiental	14
3.1.4. Bosque protector	15
3.2. Restauración Ecológica	16
3.2.1. Sucesión Ecológica	16
3.2.2. Ecosistema de Referencia	16
3.2.3. Barreras para la restauración	17
3.2.4. Especie nativa	17
3.2.5. Especies dinamizadoras	18
3.2.6. Nucleación	18
3.2.7. Participación comunitaria	19
4. MARCO METODOLOGICO	19
4.1. Área de estudio	19
4.2. Esquema general del plan de restauración	21
4.3. Métodos de muestreo	22
4.3.1. Determinación del área potencial a restaurar en la ronda del humedal Las Chozas.	22
4.3.2. Identificación de especies vegetales nativas dinamizadoras para la restauración de bosque protector en el humedal Las Chozas.	23
4.3.2.1. Selección y recolección de especies	23
4.3.2.2. Propagación	24
4.3.3. Establecimiento del modelo de intervención para restaurar el bosque protector en el Humedal Las Chozas.	24

4.3.3.1.	Montaje experimental	25
4.3.3.2.	Seguimiento	27
4.4.	Análisis de datos	27
5.	RESULTADOS	28
5.1.1.	Síntesis caracterización biofísica	28
5.1.2.	Síntesis caracterización social	31
5.1.3.	Zonificación ambiental	37
5.2.1.	Determinación del área potencial a restaurar	39
5.2.2.	Especies vegetales nativas seleccionadas para la restauración de bosque protector en el humedal Las Chozas	39
5.2.2.1.	Chilco Blanco (<i>Baccharis nitida</i>)	40
5.2.2.2.	Trompeto (<i>Bocconia frutescens</i>)	41
5.2.2.3.	Yarumo (<i>Cecropia angustifolia</i>)	41
5.2.2.4.	Chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>)	42
5.2.2.5.	Silbador - Granizo (<i>Hedyosmum bonplandianum</i>)	42
5.2.2.6.	Platanilla (<i>Heliconia latispatha</i>)	43
5.2.2.7.	Mano de Oso o Pategallina (<i>Oreopanax albanensis</i>)	44
5.2.2.8.	Cordoncillo (<i>Piper crassinervium</i>)	44
5.2.2.9.	Nacedero (<i>Trichanthera gigantea</i>)	45
5.3.	Evaluación del modelo de intervención establecido para restaurar el bosque protector en el Humedal Las Chozas	45
5.3.1.	Ampliación y aislamiento de rondas y remanentes de bosque	45
5.3.2.	Evaluación y comportamiento de las especies sembradas en las parcelas de nucleación	47
5.3.2.1.	Tasas de crecimiento relativo en altura (TCRA) y cobertura (TCRC) de las especies plantadas.	47
5.3.3.	Sobrevivencia de las especies plantadas.	51
5.3.4.	Estado fitosanitario	52
5.3.5.	Avance de la sucesión natural en cuadrantes control	53
5.3.5.1.	Composición florística	53
5.3.5.2.	Estructura	54
6.	DISCUSIÓN.....	58
7.	CONCLUSIONES.....	60

8. RECOMENDACIONES	61
9. BIBLIOGRAFIA	62

INDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS

FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del Humedal Las Chozas	20
<i>Figura 2. Esquema general plan piloto para la restauración del bosque protector en el Humedal Las Chozas</i>	<i>21</i>
Figura 3. Esquema general para la zonificación del humedal Las Chozas.....	23
Figura 4. Patrón general de siembra parcelas experimentales, en rojo cuadrante 2x2 para monitorear sucesión natural.....	26
Figura 5. Mapa de coberturas área de estudio en Humedal Las Chozas	30
Figura 6. Participación comunitaria.....	33
Figura 7. Demanda ambiental sobre el humedal Las Chozas.....	36
Figura 8. Zonificación ambiental propuesta para el humedal Las Chozas.....	38
Figura 9. Modelo de intervención para restaurar el bosque protector para el humedal Las Chozas	47
Figura 10. Jornadas para el aislamiento del área priorizada en el humedal Las Chozas...	47
Figura 11. Crecimiento de las especies en cada parcela a lo largo del periodo de medición	48
Figura 12. Tasa de crecimiento (TCRA) de las especies seleccionadas por cada parcela.	49
Figura 13. Tasa de crecimiento en cobertura de las especies sembradas en cada una de las parcelas	50
Figura 14. Porcentaje de sobrevivencia para cada especie en cada una de las parcelas....	52
Figura 15. Porcentaje de sanidad para cada especie en cada una de las parcelas.....	53
Figura 16. Distribución de especies por familias encontradas dentro de los cuadrantes control.....	54
Figura 17. Crecimiento (cm) de la vegetación asociada en los cuadrantes control.....	55
Figura 18. Porcentajes de Coberturas de la vegetación asociada en cuadrantes control...	57

TABLAS

Tabla 1. Servicios ecosistémicos de acuerdo a la oferta ambiental de los ecosistemas de humedal	14
Tabla 2. Algunas características de las especies dinamizadoras con respecto a los objetivos propuestos en proyectos de restauración	18
Tabla 3. Criterios de evaluación del estado fitosanitario de las plantas	27
Tabla 4 . Tipos de cobertura de vegetación y usos de suelo actuales en el Humedal Las Chozas	29
Tabla 5. Síntesis oferta ambiental humedal Las Chozas	34
Tabla 6. Zonificación ambiental propuesta para el Humedal Las Chozas	37
Tabla 7. Especies con mayor potencial para la restauración del bosque protector.	40
Tabla 8. Porcentajes de sobrevivencia de las especies plantadas a los cinco meses en las parcelas experimentales	51

ANEXOS

Anexo A . Inventario florístico de la vegetación encontrada en bordes riparios y fragmentos en el Humedal Las Chozas	64
Anexo B. Matriz de criterios para la evaluación de las especies dinamizadoras seleccionadas para la restauración de bosque protector en el humedal Las Chozas	66
Anexo C. Formato de recolección de datos para el seguimiento de las especies plantadas	67
Anexo D. Registro de vegetación asociada en parcelas control dentro de cada parcela experimental	68

Dedicado a:

Mis amores: “Soñar es la meta, querer el principio, arriesgarse el logro y entender que los límites los pone uno mismo, el éxito”

N.C.O

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a la comunidad de la vereda Las Chozas, en especial a los integrantes de la Asociación Solidaria Campesina del Suroccidente de Popayán (ASCOP) y las señoras del grupo de mujeres emprendedoras por toda su colaboración y buena disposición para el desarrollo de este trabajo de investigación.

También a Jaime Mauna, profesional encargado del área de Gestión y Ordenamiento de humedales en la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC), por todo el apoyo brindado, en especial durante la ejecución del proyecto.

A Dixon Aranda, profesional encargado del área de Gestión Ambiental y Social en la empresa *Smurfit Kappa* Cartón de Colombia por el apoyo brindado durante la ejecución del proyecto.

Finalmente, el agradecimiento más importante, es para todas esas personas: compañeros, profesores, mi director de trabajo de grado, integrantes del semillero *Fxiw*, amigos y familia que colaboraron durante todo el proceso de investigación, partiendo de la formulación, hasta la ejecución, sistematización y lectura del documento final. Todas sus ideas, jornadas de trabajo voluntario y su acompañamiento constante, fueron contribuciones materiales “indispensables” para el logro del objetivo propuesto y al final sirvieron de gran apoyo emocional para no desistir en el intento.

“El trabajo en equipo es el combustible que permite a la gente común, lograr resultados sobresalientes”

Ifeanyi Onuoha

RESUMEN

Los humedales son ecosistemas que proveen una amplia oferta ambiental, expresada en bienes y servicios. Sin embargo, es preocupante la creciente presión antrópica que se ejerce sobre ellos. Cuando los factores que impulsan el deterioro de estos ecosistemas no se pueden mitigar con acciones de conservación, la restauración activa puede contribuir al manejo y protección de los mismos. Con el objetivo de implementar un plan piloto de restauración de bosque protector en el Humedal Las Chozas, localizado en la periferia urbana del Municipio de Popayán-Cauca se realizaron reuniones y socializaciones comunitarias e institucionales. Primero, se determinó el área potencial a restaurar mediante caracterización biofísica y social; luego, se examinó la disponibilidad de propágulos en el ecosistema de referencia que permitió seleccionar las especies nativas dinamizadoras que se propagaron en vivero por 3 meses y se diseñó un modelo de intervención para restaurar el bosque protector que incluyó el aislamiento y montaje de cuatro parcelas experimentales de nucleación en el área de borde del humedal, las cuales fueron monitoreadas durante cinco meses. Como resultado, se zonificó el área total del humedal y se amplió en 6000 m lineales la zona de protección en el predio del cultivo forestal. Las nueve especies nativas sembradas en las parcelas de nucleación tuvieron un buen establecimiento inicial con un 90% de sobrevivencia y una tasa de crecimiento positiva en *Baccharis nitida*, *Erythrina edulis*, *Cecropia angustifolia* y *Piper crassinervium*; además se registró el reclutamiento de 31 especies dentro de los cuadrantes control. Los resultados obtenidos indican que el modelo de intervención para la restauración propuesto, constituye un buen punto de partida, sin embargo se requiere fortalecer la participación comunitaria para lograr cumplir las metas propuestas en el plan piloto implementado y continuar con el monitoreo.

Palabras clave: Humedal, zonificación, restauración, bosque protector, especies nativas dinamizadoras.

1. INTRODUCCIÓN

En ecosistemas hídricos, el bosque protector es el área de transición entre la zona acuática y la terrestre. Se caracteriza por ser diversa, variable y dinámica; en ella se evidencian procesos ecológicos como refugios faunísticos y presenta microclimas aptos para la regeneración y dispersión de las especies que se desarrollan en ellos (Ramsar 2000; Montenegro *et al.* 2006). El papel que juega el bosque protector en un humedal es de vital importancia para la recuperación de la oferta hídrica, la diversidad biótica y la disponibilidad de servicios ecosistémicos, factores que los convierten en ecosistemas estratégicos como muestran Alexander y McInnes (2012), porque ayudan a mitigar inundaciones, retienen sedimentos, sustancias tóxicas y nutrientes, controlan la erosión, almacenan carbono, brindan refugio a diversas especies, principalmente a aves migratorias y muchos otros servicios que satisfacen las necesidades de las comunidades humanas.

El humedal Las Chozas es de gran interés regional y local por hacer parte de la cuenca del río Cauca y abastecer a dos acueductos veredales que aun suministran agua de manera complementaria a la población de las veredas Santa Ana, Las Chozas y Cajete. Sin embargo, la problemática ambiental presente en el humedal según Revueltas y Córdoba (2014), está asociada a la fragmentación generada por los cambios en el uso del suelo generando impactos que se han hecho sentir tanto a nivel ecológico como a nivel económico y social y que a largo plazo puede afectar la calidad de vida a nivel local.

En la caracterización biofísica elaborada a partir del informe técnico de los humedales de la Meseta de Popayán de la CRC (2012) y los recorridos de verificación en campo, se destaca que el Humedal Las Chozas aún tiene una capacidad media para el control de inundaciones, una alta retención de sedimentos, una baja incidencia en el microclima local y una baja capacidad en depuración de aguas. En cuanto a la vegetación asociada, en esta investigación se encontraron 104 especies en algunos parches de bosque al borde en áreas transicionales entre el ecosistema acuático y terrestre. También se evidenció que el factor que impide la regeneración natural de la vegetación riparia en algunas áreas del humedal Las Chozas, es el uso del suelo. Los terrenos aledaños son privados y en ellos se encuentran, viviendas, lagos piscícolas, criadero de equinos con pastizales de engorde y cultivos forestales de eucalipto.

Por esta razón y teniendo en cuenta que cuando los factores que impulsan la degradación de los humedales no se pueden reducir ni eliminar con acciones simples de conservación, se requiere promover actividades de restauración ecológica que puedan contribuir a regular los impactos negativos y a mantener la diversidad de estos ecosistemas (Spray y McGlothlin 2004). Desde el punto de vista ecológico, el método más sencillo de restauración es eliminar la fuente de perturbación y dejar que el ecosistema se recupere de forma natural, pero el abandono no siempre dará lugar al desarrollo sucesional deseado por ausencia de dispersores de semillas, falta de nutrientes en el suelo y la competencia de las plántulas con otras especies agresivas como el pasto. Obstáculos que hacen necesario diseñar un modelo de intervención incluyendo estrategias de restauración activa para impulsar el proceso sucesional (Holl y Aide 2011; Corbin y Holl 2012).

El objetivo de este trabajo fue implementar un plan piloto que permitiera establecer los elementos básicos para diseñar un modelo de intervención enfocándose en el componente vegetal para restaurar el bosque protector en áreas de borde del humedal Las Chozas donde era muy escaso o inexistente. La propuesta representa uno de los primeros esfuerzos de implementación experimental de un plan de restauración ecosistémica incorporando la participación comunitaria y la gestión institucional durante todo el proceso, abriendo un espacio de interacción, discusión y reflexión que se espera consolidar.

2. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS

2.1. General

Implementar un plan piloto para la restauración de bosque protector en uno de los humedales naturales del Municipio de Popayán - Cauca.

2.2. Específicos

- Determinar el área potencial a restaurar en la ronda del humedal Las Chozas, Corregimiento Cajete.
- Identificar especies vegetales nativas dinamizadoras para la restauración de bosque protector
- Establecer el modelo de intervención para restaurar el bosque protector en el humedal Las Chozas.

3. MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES

3.1. Importancia de los Humedales

Dada la importancia de estos ecosistemas para la vida humana, el medio ambiente y la variedad de amenazas que existen sobre ellos, surgió la necesidad a nivel internacional y nacional de establecer planes, estrategias y acciones para su manejo y protección. La Convención Ramsar reconoce la interdependencia de los seres humanos y los humedales y los recursos irremplazables que estos prestan a la sociedad (Ramsar 1971; 2000). Los humedales son unidades del paisaje —que pueden ser muy extensas— determinadas por un anegamiento permanente o estacional del suelo con aguas de escasa profundidad o lo que significa que son zonas de transición entre ambientes acuáticos y terrestres que exhiben características de ambos y además propias del ecosistema anfibio (Ramsar 2000; Aponte *et al.* 2015).

En Colombia, el MAVDT reconoce en un trabajo conjunto con el Instituto Alexander von Humboldt que, “las funciones ecológicas y ambientales de los humedales colombianos representan numerosos beneficios para la sociedad por ser sistemas naturales de soporte vital, y base de actividades productivas y socioculturales, tales como economías extractivas basadas en el uso de muchas especies, a través de la pesca artesanal y de sustento, caza y recolección y el pastoreo y la agricultura en épocas de estiaje”. Esta funcionalidad, sin embargo, es poco reconocida como lo advertía Andrade *et al.* (2002:19) “los humedales no han merecido atención prioritaria, siendo entonces ignorada su contribución a la economía del país”.

En Colombia, existen muchos casos de deterioro de humedales, debido a que la implementación de los instrumentos de gestión de humedales ha sido escasa (Aponte *et al.* 2015), no existe en los organismos de control la suficiente capacidad de aplicación, fiscalización y monitoreo; es más, existe incompatibilidad con actividades de otros sectores del Estado, en especial por conflicto de intereses político y socioeconómicos. Lo que dificulta aún más que se cumplan las normas a nivel regional y local.

Pero no solo las presiones antrópicas aceleran la degradación de humedales en nuestro país, el efecto del cambio climático ha provocado variaciones en los patrones de inundaciones y sequías, aumento de la temperatura, afectando la calidad y el flujo de sus servicios. En este sentido, como lo indica Alexander y McInnes (2012), la restauración de humedales representa una oportunidad valiosa y rentable para la sociedad de recuperar y mejorar la oferta ambiental y en especial los beneficios públicos que prestan estos ecosistemas. A continuación se abordarán algunos aspectos y conceptos relevantes para entender el funcionamiento de este tipo de ecosistemas de acuerdo con su oferta ambiental y beneficios de los servicios que prestan a la sociedad.

3.1.1. Normatividad vigente

Los compromisos y obligaciones que establece la Convención Ramsar sobre el uso racional y la prevención de la pérdida y degradación de los humedales en primera instancia proporcionan a los gobiernos nacionales un marco para evitar, mitigar y compensar la pérdida y degradación de los mismos, incorporando oportunidades para la restauración de este tipo de ecosistemas (Ramsar 2000; Alexander y McInnes 2012). A través de la Ley 357 de 1997, se adopta en Colombia la Convención Ramsar. En el año 2002 se establece la política nacional para humedales interiores y a partir de la Resolución 0196 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), se adopta la guía técnica para formulación de planes de manejo para humedales en Colombia (Andrade *et al.* 2002). La CRC establece el Acuerdo N° 006 del 18 de agosto de 2010 que refiere a las caracterizaciones y planes de manejo de humedales como instrumentos de planificación integral que ayuden a tomar decisiones y a asegurar el cumplimiento de las políticas locales, nacionales e internacionales y que a nivel local deberán ser incorporados dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de los municipios en términos de la Ley 388 de 1997. En este sentido, dentro del POT vigente, estos ecosistemas son catalogados como componentes del espacio público que deben incluirse en áreas de protección, usos controlados de recreación y educación ambiental, para recobrarles sus cualidades hídricas y ecológicas (Municipio de Popayán 2002)

3.1.2. Oferta ambiental

Es la capacidad que tienen los ecosistemas y su potencialidad, para entregar bienes y servicios. También se refiere a los beneficios que el mundo natural suministra a las personas y su correspondencia con las acciones que ellas realizan en el entorno. Resumiendo la información encontrada en la literatura (Ramsar 2000; Andrade *et al.* 2002; Alexander yMcInnes 2012; Aponte *et al.* 2015), la oferta ambiental o funciones de los ecosistemas de humedal se puede dividir en cuatro categorías (Tabla 1).

Tabla 1. Servicios ecosistémicos de acuerdo a la oferta ambiental de los ecosistemas de humedal

Oferta ambiental	Servicios ecosistémicos	
Regulación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Clima ✓ Flujos hídricos ✓ Control de residuos ✓ Sumidero de CO2 	✓ Mantiene el clima estable para asentamientos humanos.
		✓ Control de inundaciones y protección contra tormentas.
		✓ Retención de nutrientes y contaminantes.
		✓ Control de gases de efecto invernadero.
Aprovisionamiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suministro de agua ✓ Polinización ✓ Recurso genético ✓ Provisión de hábitat para flora y fauna 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de filtrar y suministrar agua dulce. ✓ Alimento, fibras, maderas, minerales y la existencia de especies de uso comercial (frutos, peces, etc.) ✓ Fertilizantes y pesticidas.
Soporte	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Formación de suelo ✓ Ciclaje de nutrientes ✓ Flujo de energía 	✓ Materia prima para construcción, manufactura, forraje y decoración.
Culturales	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Paisajes ✓ Variadas características naturales 	✓ Belleza escénica, turismo, actividades educativas e investigativas, recreación y otras prácticas culturales

3.1.3. Zonificación ambiental

Su elaboración se basa en la oferta ambiental de un determinado espacio geográfico, considerando las demandas de la población, dentro del marco del desarrollo sostenible. Constituye una herramienta de apoyo para el ordenamiento territorial y es un

instrumento fundamental, integrador y de apoyo a la gestión ambiental, que ayuda a la definición e identificación de espacios homogéneos y permite orientar la ubicación y el tipo de actividades más apropiadas para el área en consideración (Lopez *et al.* 2013). En este sentido, la zonificación para la restauración apunta a definir el estado de degradación de las diferentes unidades y en cuáles de ellas amerita que se realice la restauración para finalmente establecer los objetivos y las estrategias de manejo que se deben implementar en cada una (Barrera 2010).

Andrade *et al.* (2002) señala tres tipos de unidades de manejo:

- *Zonas de preservación y protección ambiental*
Corresponden a espacios que tienen características de especial valor en términos de singularidad, biodiversidad y utilidad para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del humedal.
- *Zonas de recuperación ambiental*
Espacios que han sufrido fuertes alteraciones, debido a procesos naturales; presentan fenómenos de erosión, sedimentación e inestabilidad o por procesos intensivos e inadecuados de apropiación y utilización, problemas de contaminación, entre otros.
- *Zona de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos*
Espacios que pueden ser destinados al desarrollo de actividades productivas y deben someterse a reglamentaciones especiales para prevenir y controlar los impactos ambientales generados por su uso.

3.1.4. Bosque protector

Comprende las áreas que mantienen fundamentalmente coberturas boscosas, rastrojos o hábitats en un estado deseado o sin afectación importante, se ubican en la zona de ronda o medio ribereño, donde se desarrolla un tipo de vegetación conocida como riparia o de galería. Conforman una barrera física que protege el ecosistema de impactos negativos y su mayor función se debe a la diversidad de especies que proporcionan alimento y refugio a la fauna asociada. Según Jarro (2004) tienen gran valor ecológico ya que constituyen corredores biológicos que conectan ecosistemas. La vegetación varía dependiendo de las zonas, así en donde el suelo permanece la mayor parte del año anegado, se encuentra vegetación adaptada a las variaciones del nivel freático, remoción de masa y erosiones, es común encontrar Zarzas y Moras, Ciperáceas y *Poaceae* como Chusque y Guadua. En la siguiente zona, los suelos conservan la humedad todo el año y es común encontrar, Cordoncillo, Garrocho, Mortiño, trepadoras y bejucos. En la última zona, que es más seca, se desarrolla vegetación como Mano de oso, Yarumo, Tíbar, entre otros. En este sentido, la vegetación de estos bosques o cordones riparios, posee un gran potencial biótico *in situ*, es decir un banco de semillas y plántulas que pueden ser utilizados en procesos de restauración.

3.2. Restauración Ecológica

De acuerdo con la dinámica natural de los ecosistemas, cuando una perturbación genera degradación, al eliminar los tensionantes, se iniciará la regeneración natural de los mismos; proceso que se conoce como restauración pasiva o sucesión natural. Pero, si el sistema ha perdido la capacidad de autoregeneración, se hace necesario promover o impulsar la sucesión natural; proceso conocido como restauración activa. Para tener claridad del tema, se recomienda consultar los principios de SER Internacional sobre la restauración ecológica (Clewel *et al.* 2004). La restauración ecológica, su contexto, definiciones y dimensiones (Vargas y Mora 2007), constituyen pasos esenciales y acciones a ejecutar para los procesos de restauración en los diferentes ecosistemas del país. Además, Murcia y Guariguata (2014) señalan que en la restauración ecológica en Colombia, a partir de estudios de caso, se busca el fortalecimiento en la formulación y planificación de proyectos de restauración con perspectiva interdisciplinaria.

En muchas ocasiones, los resultados no corresponden a las condiciones naturales estrictamente originales, pero pueden cumplir con una función como soporte de la biodiversidad y de los procesos ecológicos. El escenario ideal en procesos de restauración asistida, se dirige de manera homóloga y consiste en tomar como modelo el ecosistema de referencia, ya que permite intentar replicar del modo más parecido las etapas de la regeneración natural. Pero también puede ser dirigida de manera análoga y en este caso, los rasgos básicos del ecosistema de referencia son tomados para impulsar la regeneración a través de etapas equivalentes, pero no necesariamente idénticas. En los dos casos el modelo elegido debe tener un ecosistema capaz de autosostenerse y de mantener las relaciones funcionales con los demás ecosistemas que componen el paisaje. Este tema se puede profundizar en trabajos como los de Reis *et al.* (2010); Corbin y Holl (2012); Holl *et al.* (2011) y Zahawi *et al.* (2013).

3.2.1. Sucesión Ecológica

Para Murcia y Guariguata (2014), la sucesión ecológica se define como el proceso por el cual un ecosistema cambia de una forma predecible luego de una perturbación, en vía a recuperar sus atributos originales de composición, estructura y función. Además es importante resaltar, que cuando se asocia el proceso sucesional a la restauración, se llama sucesión asistida, en estos casos contempla la siembra de especies nativas y la densidad de siembra dependerá del tipo y magnitud de la perturbación o disturbio.

3.2.2. Ecosistema de Referencia

Pueden ser remanentes cercanos al sitio que se va a restaurar o su reconstrucción puede darse con base en información secundaria. Es el modelo que permite planear y fijar los

objetivos en un proyecto de restauración, ya que permite de manera confiable describir los atributos y aspectos de la biodiversidad en cuanto a composición y estructura (Vargas 2011). Además constituye un gran potencial por ser un banco de semillas, rebrotes y plántulas que pueden ser utilizados en el proceso de restauración; igualmente, se convierte en un punto dispersor de propágulos, ya sea por medio de dispersores como aves, murciélagos, insectos, el agua o el viento (Jarro 2004).

3.2.3. Barreras para la restauración

Son condiciones propias del medio que limitan el desarrollo del ecosistema – factores limitantes- a través de la reducción de las tasas de crecimiento y desarrollo de la vegetación, alterando los flujos de energía. Jarro (2004) explica que en procesos de restauración en áreas de ronda algunos limitantes pueden ser anegamiento, erosión, precipitación, temperatura, vientos, suelos ácidos o arenosos, entre otros.

Y factores tensionantes definidos por Jarro (2004) como estímulos externos que pueden dañar o no el desarrollo o estado de un sistema; Debido a que restringen la entrada de energía y los flujos en el ecosistema. Pueden ser severos o leves, siendo los primeros aquellos capaces de alterar las fuentes de energía bloqueando la llegada a los niveles tróficos, lo que causa un daño extenso y profundo -erosión severa, compactación, herbicidas o contaminación atmosférica-. Los segundos, los que no impiden la toma de energía sino que la limitan, como la deforestación, quemas controladas y pastoreo. En áreas de ronda los principales tensionantes son: deforestación, pastoreo, erosión superficial, agricultura, incendios, contaminación por desagües de aguas negras o basuras y urbanización.

3.2.4. Especie nativa

Aquella que hace presencia dentro de un territorio desde tiempos remotos. Gracias a ello, cuenta con una adaptación a las condiciones ecológicas locales que le permiten sostener sus funciones de mantenimiento, crecimiento y reproducción con los flujos de materia y energía locales, sin intervención humana. Existen especies nativas locales, regionales y nacionales. Las razones de peso por las cuales se emplean en la restauración es porque plantadas en la posición ambiental y sucesional correctas son capaces de automantenerse y reproducirse (Salamanca y Camargo 2000).

Las especies nativas que conforman la diversidad de plantas tropicales, se dividen en **pioneras** de sucesión temprana y crecimiento rápido y **no pioneras** de sucesión avanzada y crecimiento más lento (Peña *et al.* 2012). Las primeras, conocidas por responder inmediatamente a los factores ambientales en áreas expuestas, lo que le da ventaja sobre las no pioneras y por esta razón resulta determinante su uso en fases iniciales de procesos de restauración. Las no pioneras representan el 80% de las

especies de árboles tropicales y por esta razón deben ser priorizadas para la propagación en viveros de sustenten procesos de restauración a largo plazo y gran escala de impacto.

3.2.5. Especies dinamizadoras

Salamanca y Camargo (2000) las describen como especies constructivas, exhiben una gran capacidad para transformar el medio haciéndolo adecuado a sus necesidades. Son las que construyen la matriz vegetal del ecosistema, dominan cada etapa sucesional y dinamizan las transformaciones ambientales que son efecto y causa de la sucesión. La selección de estas especies dependerá de las características asociadas al objetivo de la restauración (tabla 2).

Tabla 2. Algunas características de las especies dinamizadoras con respecto a los objetivos propuestos en proyectos de restauración

Objetivo específico	Característica de las especies
Control de erosión	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Propagación vegetativa. ✓ Raíces densas. ✓ Capacidad de los tallos para enraizar.
Depuración de aguas o suelos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crecimiento rápido. ✓ Elevada tasa de absorción de nutrientes.
Creación de hábitats	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad para producir alimento. ✓ Densidad de follaje o porte suficiente para crear refugios.

Sin embargo, tal y como indican Guerra *et al.* (2014) la selección también dependerá directamente de la capacidad del vivero, la oferta de propágulos y de la meta u objetivo general. De esta manera, los criterios de selección dependerán del objetivo general o meta, si la idea es enriquecimiento de bosques, la prioridad será emplear especies de estados sucesionales avanzados; si el objetivo es establecer corredores de conservación, lo ideal es emplear gran cantidad de especies pioneras y si se desea combinar con cercas vivas, las especies de uso, serán la prioridad.

3.2.6. Nucleación

Técnica de restauración activa que busca mediante la inclusión de cualquier elemento biótico o abiótico, dinamizar la formación de nichos de regeneración o núcleos, los cuales se convierten en facilitadores para la colonización de nuevas especies promoviendo la sucesión natural (Garzón *et al.* 2014). Para Celentano *et al.* (2011), la siembra en núcleos de vegetación crea una complejidad estructural que imita el proceso de regeneración natural favoreciendo el establecimiento de especies tardías. Técnica que al requerir menor cantidad de árboles por hectárea resulta más económica que las plantaciones tradicionales.

3.2.7. Participación comunitaria

Para Vargas (2011) es cuando las comunidades locales y las organizaciones se apropian del proceso de restauración y lo aceptan como programa en un entorno socioeconómico, lo que permite garantizar la continuidad a través del tiempo. Según Alexander y McInnes (2012), en las actividades de restauración, contribuye a su éxito a largo plazo gracias a que permite educar y centrar la atención en las causas de degradación, distribuir más equitativamente los beneficios y generar empleo. Además el conocimiento local, permite mejorar el diseño y ejecución de proyectos y programas de restauración de humedales. Las organizaciones gubernamentales encargadas del manejo y protección de humedales y las autoridades locales también pueden ser considerados interesados directos y por eso deben formar parte activa durante todo el proceso de restauración.

4. MARCO METODOLOGICO

4.1. Área de estudio

El humedal Las Chozas se encuentra ubicado en la vereda del mismo nombre, en el corregimiento Cajete ($2^{\circ}27'31.68''N$, $76^{\circ}39'17.28''W$), 10 km al suroccidente de la ciudad de Popayán, en el Departamento del Cauca. Es un ecosistema de origen natural que tiene una extensión aproximada de 6 ha. El área de estudio seleccionada para adelantar la caracterización biofísica y social abarcó 65 ha (recuadro rojo en Figura 1), que incluyen el predio comunitario donde se ubica el humedal (6 ha aprox.) y las áreas de borde que colindan con fincas privadas de diferentes extensiones, destinadas a uso forestal (25 ha), criadero de equinos (13 ha), piscicultura (5 ha), ganadería (8 ha) y producción agrícola (suman 15 ha aprox.).

En cuanto al área potencial donde se establecieron las parcelas experimentales, se trata de un terreno con superficies planas o ligeramente onduladas, ubicado a 1720 msnm, en el borde del humedal, dentro del terreno dedicado al aprovechamiento forestal, por lo cual su historia de uso, ha sido de tipo agroforestal intensivo durante los últimos 30 años.

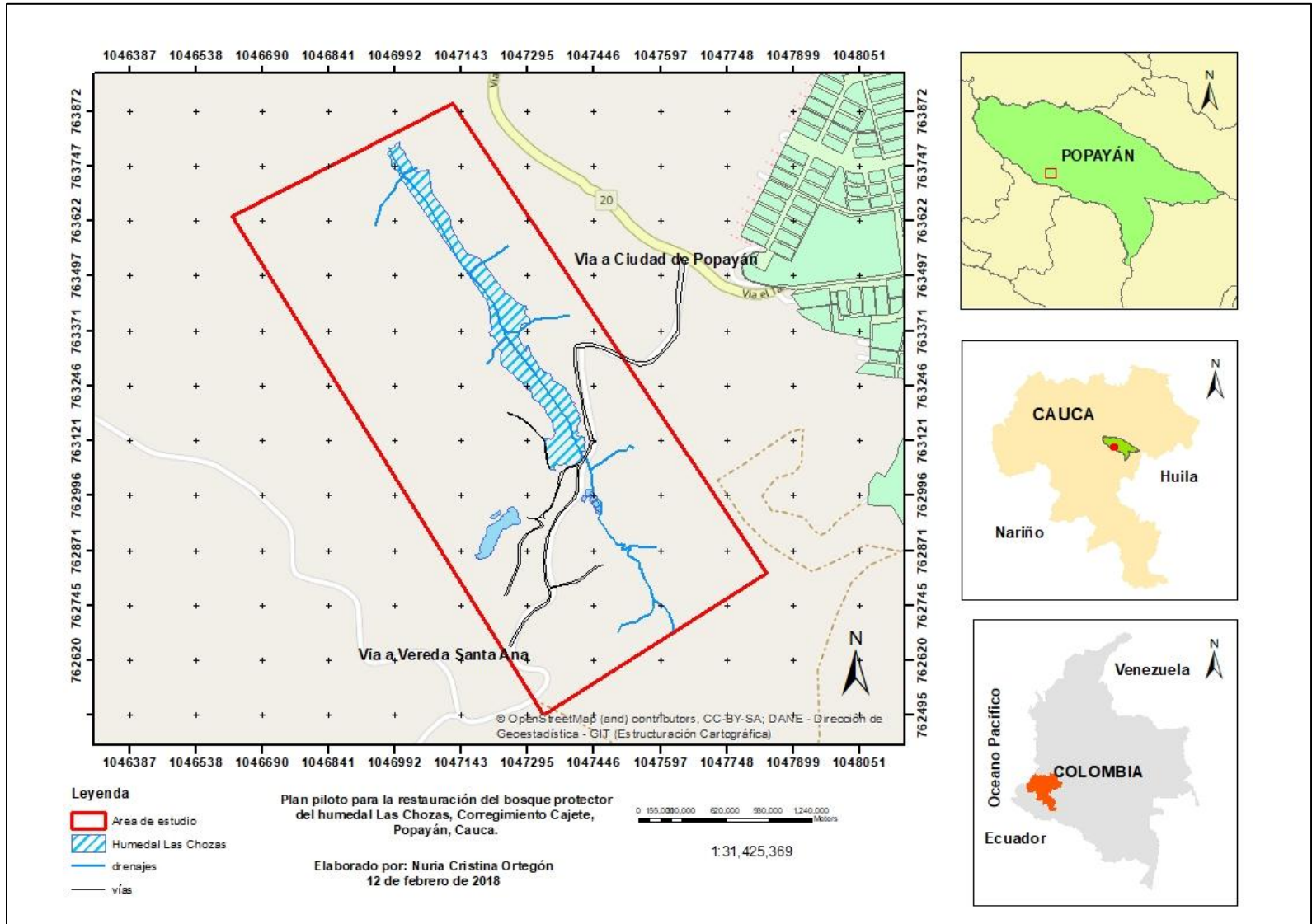


Figura 1. Mapa de ubicación del Humedal Las Chozas

4.2. Esquema general del plan de restauración

Retomando algunas etapas de la ruta metodológica propuesta por Vargas Rios *et al.* (2013), se proyectó la implementación de un plan piloto de restauración con énfasis en el bosque protector del Humedal Las Chozas (Figura 2). El primer paso fue la caracterización biofísica y social para reconocer las potencialidades del ecosistema y los servicios ecosistémicos que brinda. El reconocimiento de los límites del ecosistema posibilitó la zonificación ambiental, y en consecuencia permitió establecer la línea base para la planeación de las actividades de restauración. En el segundo paso, se priorizó el área potencial a restaurar y se seleccionaron las especies vegetales nativas dinamizadoras. El tercero, consistió en diseñar un modelo de intervención aplicando técnicas de restauración pasiva —ampliación y aislamiento de rondas y remanentes de bosque— y de restauración activa —montaje de cuatro parcelas de nucleación—. Finalmente se realizó el monitoreo de la especies sembradas en las parcelas de nucleación y la evaluación a los resultados alcanzados en el plan implementado (capítulo 5).



Figura 2. Esquema general plan piloto para la restauración del bosque protector en el Humedal Las Chozas

4.3. Métodos de muestreo

4.3.1. Determinación del área potencial a restaurar en la ronda del humedal Las Chozas.

Se consultó en el área de gestión y ordenamiento territorial de humedales de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC), sobre los humedales priorizados en los que posibilitara implementar acciones de restauración contando con la aprobación y el apoyo de la Corporación. Se inicia el análisis de la información secundaria encontrada en informes oficiales sobre humedales de la CRC (2006, 2009, 2012), el informe de la Contraloría Departamental (2014), la evaluación oficial de la oficina de Planeación Municipal sobre la Estructura Ecológica del Municipio de Popayán (2015) y un trabajo de grado realizado en el área de estudio por Revueltas y Córdoba (2014). Luego se solicitó la aprobación y colaboración de la comunidad de la vereda Las Chozas, representada por los líderes comunitarios de la Asociación Solidaria Campesina del Suroccidente de Popayán (ASCOP) y el presidente de Junta de Acción Comunal para iniciar la fase de campo y la caracterización biofísica. Siguiendo los lineamientos propuestos por Vargas y Mora (2007), se realizaron conversatorios y recorridos de verificación asistidos por los propietarios de los predios que decidieron apoyar la propuesta y el análisis de imágenes aéreas de alta resolución obtenidas mediante tres sobrevuelos con un Drone Dji Phantom 4 que permiten la inclusión de capas temáticas como áreas, perímetros, hidrografía, coberturas y remanentes forestales, a través de herramientas SIG (Agisoft PhotoScan y ArcMap de ArcGis 10.3).

La participación de la comunidad y el apoyo institucional fue clave para la caracterización social y seleccionar las áreas que ofrecían un mayor potencial de restauración, atendiendo criterios como: estado de conservación, interés comunitario, cercanía a fragmentos de vegetación nativa, tensionantes que se podían controlar con actividades sencillas como aislamiento; criterios ya señalados en Vargas (2011).

Finalmente, la zonificación se elaboró a partir de la información recopilada en las caracterizaciones biofísica y social, la oferta y demanda ambiental, características que podían afectar la idoneidad del proyecto de restauración. Siguiendo los lineamientos establecidos por el Ministerio de Ambiente, con respecto a la delimitación de ecosistemas estratégicos en la Política Nacional de humedales de interior (Figura 3).

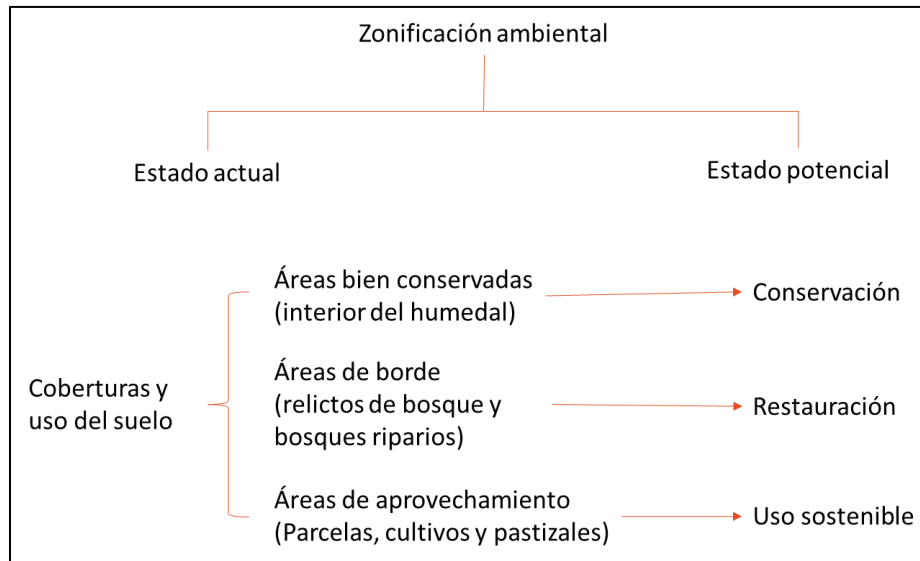


Figura 3. Esquema general para la zonificación del humedal Las Chozas
Fuente: Tomado de Andrade et al. (2002) y Vargas (2011)

4.3.2. Identificación de especies vegetales nativas dinamizadoras para la restauración de bosque protector en el humedal Las Chozas.

4.3.2.1. Selección y recolección de especies

Siguiendo la metodología propuesta por Montenegro y Vargas (2008) el muestreo se realizó a través de colecta libre de muestras botánicas para su identificación, realizando recorridos en el área de estudio que permitieron además, referenciar los fragmentos de bosque y dentro de estos, especies pioneras, precursores leñosos y dinamizadoras, capaces de orientar, fomentar y acelerar los procesos de regeneración natural (Vargas 2011). También, obtener el material vegetal para la propagación en el vivero comunitario que se construyó con el apoyo de la Corporación y algunos miembros de la comunidad.

La selección de las especies con mayor potencial se basó en los lineamientos de Peña *et al.* (2012), Guerra *et al.* (2014) y Zuñiga (2015), que sugieren la aplicación de ciertos criterios de valoración (Anexo B); el criterio más determinante en este estudio fue la disponibilidad de material viable en el vivero al momento programado para los montajes experimentales.

Teniendo en cuenta que el objetivo era aumentar la cobertura vegetal nativa para la restauración de bosque protector, se seleccionaron especies pioneras intermedias que facilitarían la construcción de corredores ecológicos y dos especies útiles que a criterio de la comunidad podrían mejorar la regeneración asistida y diseñar el modelo de nucleación propuesto más adelante.

A cada una de las 18 especies seleccionadas se les asignó un código, el cual se aplicó en la matriz de criterios de valoración elaborada siguiendo el modelo propuesto por Zuñiga (2015) (Anexo C) y posteriormente sirvió para identificación durante el monitoreo, actividad que facilitó la sistematización de la información. Se seleccionaron las 10 especies con el mayor puntaje de valoración; sin embargo, la especie E12 (*Megaskepasma erythrochlamys*) se descartó porque el material propagado no alcanzó la altura y calidad para el momento de la siembra. Por lo tanto, solo se emplearon nueve (9) especies de las 18 evaluadas.

4.3.2.2. Propagación

La mayoría de especies fueron obtenidas mediante rescate de plántulas, tratando de abarcar toda el área de los fragmentos y de coleccionar el mayor número de individuos al azar por especie. El requisito era que tuvieran un buen desarrollo inicial y más de 10 cm de altura; se sacaron cuidadosamente para no dañar raíces, se dispusieron en bolsas plásticas con un poco de agua y hojarasca y se llevaron al vivero, donde se sembraron inmediatamente.

El nacedero común (*Trichanthera gigantea*) se propagó por medio de estacas vivas con corte inferior en bisel; las heliconias (*Heliconia latispatha*) por entresaca de colinos y el Chilco blanco (*Baccharis nitida*) y chachafruto (*Erythrina edulis*) por semillas colectadas en las fincas aledañas.

Siguiendo las recomendaciones de Peña *et al.* (2012) y Guerra *et al.* (2014), todo el material coleccionado se llevó a una fase de vivero por un periodo de 2 meses y se trató con sábila para nutrir y mejorar su calidad. Se sembró en bolsas de 1 kg, llenadas con tierra negra enriquecida con aboniza y cal (incluidas las semillas). Las heliconias se sembraron directamente en las parcelas.

4.3.3. Establecimiento del modelo de intervención para restaurar el bosque protector en el Humedal Las Chozas.

Para diseñar el modelo de intervención para restaurar el bosque protector se tomó como referente la propuesta de los modelos básicos de restauración ecológica para áreas de ronda de nacederos, ríos y quebradas (Jarro 2004) y se ajustó siguiendo las sugerencias encontradas en los estudios de Vargas y Mora (2007); Montenegro y Vargas (2008); Vargas Ríos (2008); Vargas (2011).

El cual consistió en conseguir la ampliación de la ronda del humedal en aquellos sectores donde era inexistente, por lo cual se solicitó a los propietarios del cultivo forestal dejar al menos las primeras cinco líneas (15m) al borde del cultivo para actividades de restauración, protección y conservación. Por sugerencia de la comunidad incluyó en la cartografía del área total del humedal la zona cenagosa que colinda con la finca ganadera de la familia Cárdenas. Una vez aprobada la ampliación, se solicitó el aislamiento de los bordes y los

remanentes boscosos con cerca de alambre de púa — intervención de restauración básica o pasiva—. Adicionalmente, se instalaron cuatro parcelas experimentales de nucleación — intervención de restauración activa—, dispuestas de manera estratégica dentro del área de ampliación de al borde del humedal autorizada.

4.3.3.1. Montaje experimental

En el área de ampliación de borde del humedal se establecieron cuatro parcelas experimentales permanentes de 6 m x 12 m cada una, se cercaron con alambre de púa para evitar el paso de ganado y trazaron con fibra plástica rotulada los ejes siguiendo un plano cartesiano para facilitar la distribución e identificación de las especies durante el monitoreo.

En cada parcela o bloque se aplicaron dos tratamientos, T1: remoción total de gramíneas (*Melinis minutiflora* y *Brachiaria sp.*), helecho marranero (*Pteridium arachnoideum*) y material poscosecha de eucalipto. T2: siembra aleatoria de las especies seleccionadas. Dentro de cada parcela se delimitó un área de 2m x 2m completamente al azar (Figura 4), que sirvió de control para registrar el avance de la sucesión natural. Además, en las parcelas 1, 3 y 4 se conservaron algunas pioneras (*Alchornea latifolia*, *Cestrum mariquitense*, *Clibadium surinamense* y *Palicourea thyrsoiflora*). Así que la remoción del material vegetal fue parcial, mientras que en la parcela 2 fue total.

El procedimiento de siembra se realizó siguiendo recomendaciones de Guerra *et al.* (2014) y Ramírez Cifuentes (2016), la siembra de especies fue completamente aleatoria en todas las parcelas, tratando en lo posible de semejar la regeneración natural, aunque se trató de conservar una distancia entre individuos de 80 - 100 cm. Todos individuos sembrados tenían una altura mínima de 30 cm.

En total se sembraron 186 individuos de las nueve (9) especies (40 de *Baccharis nitida*; 17 de *Bocconia frutescens*; 12 de *Cecropia angustifolia*; 32 de *Erythrina edulis*; 13 de *Hedyosmum bonplandianum*; 16 de *Heliconia latispatha*; 8 de *Oreopanax albanensis*; 24 de *Piper crassinervium* y 24 de *Trichanthera gigantea*. La siembra se realizó entre la última semana de septiembre y la primera de octubre de 2017, aprovechando la transición de la época seca a la lluviosa ya que era lo más favorable para la revegetación.

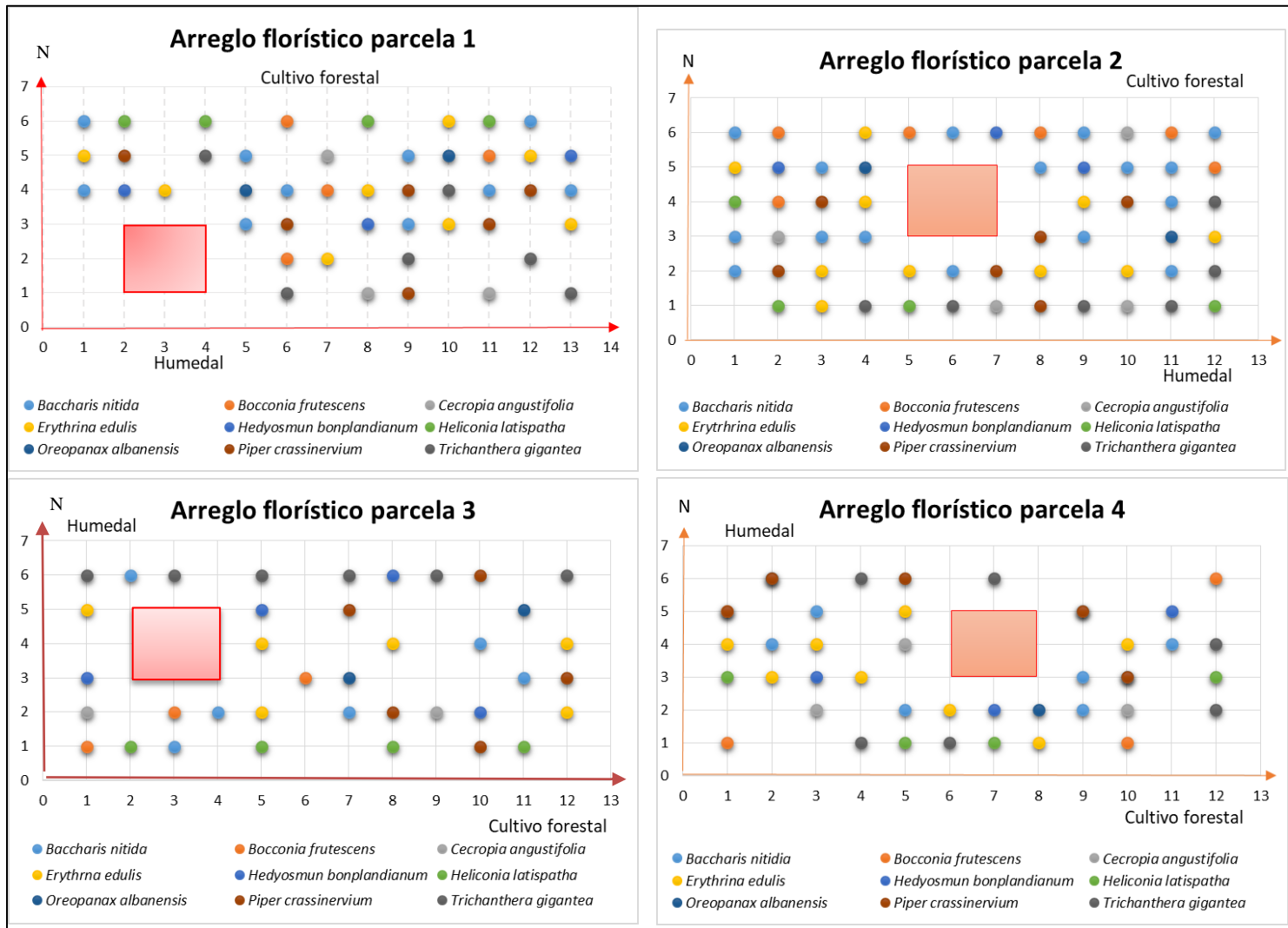


Figura 4. Patrón general de siembra parcelas experimentales, en rojo cuadrante 2x2 para monitorear sucesión natural.

4.3.3.2. Seguimiento

El seguimiento se realizó desde octubre de 2017 hasta febrero de 2018, cada mes se registró la sobrevivencia de los individuos plantados dentro de las parcelas, anotando en caso de muerte la causa más probable. También se registró su crecimiento tomando la altura de los individuos hasta la base de la yema apical y la cobertura de copa; Además, se registraron observaciones generales como estado fitosanitario, entre otras (Anexo C). Las plantas muertas no se reemplazaron. Dentro de los cuadrantes control, se realizó una medición inicial y otra final (pasados los 5 meses) a los individuos presentes.

4.4. Análisis de datos

Las variables respuesta fueron el crecimiento y la sobrevivencia de las especies plantadas a lo largo del tiempo de monitoreo. Se presenta la variación mensual de la tasa de crecimiento como lo indican Vargas Rios (2008) para determinar la velocidad con la que crecen de un mes a otro y el tiempo total de evaluación así:

$$TCR = (Af - Ai) / (t)$$

Donde la tasa de crecimiento relativo (TCR), es igual al crecimiento en centímetros día, que se halla por medio de la diferencia de la longitud final (Af) menos la inicial (Ai), sobre el tiempo de monitoreo total en días (t).

Para la cobertura, con una cinta métrica se tomó el diámetro mayor y menor de copa, posteriormente se aplicó la fórmula propuesta por Rangel y Velázquez (1997):

$$cc = \frac{1}{2} \times (D1 \times D2)$$

Y luego se aplicó la tasa de crecimiento de igual manera que para alturas.

La sobrevivencia se tomó como el porcentaje de individuos vivos al final del experimento, para cada especie dentro de cada parcela. El estado fitosanitario se evaluó como porcentaje de daño en cada individuo teniendo en cuenta cambios de coloración en hojas, tallos y evidencia de herbivoría (Tabla 3).

Tabla 3. Criterios de evaluación del estado fitosanitario de las plantas

Estado de la planta	% de sanidad	Valoración
Planta sanas, color verde y bien desarrollada	50 -100	Bueno
Planta marchita o herbivoría	1 – 49	Regular
Planta seca, enterrada, muerta o desaparecida	0	Malo

Fuente: Adaptado de Zuñiga (2015)

Finalmente, los datos se analizaron por medio de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, con la cual se determinaron las diferencias significativas entre las tasas de crecimiento en altura, cobertura y la sobrevivencia entre las nueve (9) especies y las cuatro (4) parcelas. Al respecto se empleó el programa estadístico de IBM SPSS Statistics Versión 23.

5. RESULTADOS

5.1.1. Síntesis caracterización biofísica

El área de estudio se encuentra en una zona templada húmeda (TH) según sistema de clasificación de Caldas-Lang, con temperatura media de 19° C, precipitación media anual de 1800 mm, con humedad relativa media a alta con un promedio de 80%, vientos de velocidad baja, la media anual de 1.8 m/s, evapotranspiración media anual de 1.100 mm. Lo que indica que no hay deficiencia en términos de cantidad de agua ya que lo que “sale” a través de la evapotranspiración es menor a lo que “entra” por precipitación.

Las Chozas es un humedal subandino de origen natural, de tipo palustre emergente modificado, de descarga, que presenta un flujo continuo de aguas (CRC 2009, 2012; Revueltas y Córdoba 2014). El cuerpo de agua se encuentra altamente eutrofizado. El patrón de drenaje o cauce mayor está constituido por la quebrada la Lajita y algunos afloramientos que alimentan el área inundable que tiene una extensión aproximada de 1.5 km en el tramo correspondiente al área de estudio. Su importancia radica en que la quebrada las Lajas hace parte de la cuenca hidrográfica del río Cauca y abastece el agua a dos acueductos veredales (Santa Ana y Cajete, de los cuales se benefician 350 familias aproximadamente).

Se encuentra ubicado a 1720 m de altitud promedio, en una zona de relieve levemente ondulado originado por depósitos de cenizas volcánicas sobre rocas ígneas no diferenciadas, con pendientes entre 3 y 50 %, los procesos observables son de origen fluvial (decantación de arcillas). Los suelos se desarrollan a partir de arcillas de gran profundidad, bien drenadas, color pardo amarillento y de textura fina perteneciente al cuaternario aluvial. Son suelos ácidos, con porcentaje de saturación de aluminio medio, al igual que el contenido de fósforo.

Debido a la disponibilidad de tiempo limitada y a la escala general trabajada en la presente investigación, para la caracterización del componente biótico, sólo se valoró la distribución de las coberturas vegetales y la flora existente. Se identificaron dos tipos de coberturas, una de origen cultural que equivale al 63 % y otra de origen natural equivalente al 37% (Ver Tabla 4; Figura 5). En la cobertura cultural, predomina el cultivo forestal de eucalipto, seguida de cultivo de pastos de engorde y caña, cultivos de café que se combinan con

plátano, guamos, cítricos, aguacate, guayabas, chachafrutos, nacedero común sembrado al borde de las fuentes de agua, en jardines y huertas, nacedero ornamental, achira, tabaco, achote, y en cercas vivas, botón de oro y heliconias, entre otros.

La cobertura de origen natural, presentó tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo, siendo el segundo el más dominante. En el inventario florístico se registraron 104 especies, agrupadas en 45 familias botánicas (Anexo A). Las familias más diversas fueron Asteraceae (9 especies), Rubiaceae (6 especies), Poaceae (6 especies), seguidas por Melastomataceae y Solanaceae con 5 especies cada uno. De acuerdo con la caracterización física del área, se toman los pequeños fragmentos de bosque remanentes como ecosistema de referencia. La evaluación *in situ* muestra que en las zonas abiertas más secas, al borde del humedal en el extremo oriental, hay predominio de pastos (*Melinis minutiflora* y *Brachiaria sp.*), acompañados de helechos (*Pteridium arachnoideum* y *Thelypteris sp.*) y en menor proporción otras herbáceas. También se observaron especies pioneras, que constituyen un buen potencial de regeneración, Garrocho (*Myrsine coriacea*), Arrayán (*Myrcia popayanensis*), Azulejo (*Palicourea thyrsoiflora*) y al borde en el extremo occidental, Jigua (*Nectandra reticulata*), Cafecillo (*Lacistema aggregatum*), Sauco de monte (*Viburnum lehmannii*) y en las zonas inundadas predomina *Rhynchospora nervosa*, juncos (*Juncus effusus*, *Juncus procerus* y *Typha angustifolia*), helechos (*Azolla sp.*, *Polygonum sp.* e *Hydrocotyle ranunculoides*).

Tabla 4 . Tipos de cobertura de vegetación y usos de suelo actuales en el Humedal Las Chozas

Tipos de coberturas	Coberturas	Uso de suelo	Cantidad	Area_ha	% Coberturas	% Tipo de coberturas
Coberturas culturales	Construcciones	Viviendas, establo e infraestructura del criadero	11	1.24	2.0%	61%
	Cultivo_forestal	Aprovechamiento forestal de madera	2	6.61	10.8%	
	Cultivos_café	Producción agrícola	3	4.26	7.0%	
	Lago_patos	Ornamental	1	0.00	0.0%	
	Lago_peces	Cultivo de peces	6	0.06	0.1%	
	Pastizales	Potreros para ganadería y cultivo pastos de engorde	1	24.86	40.8%	
	Suelo_desnudo	Pistas de equinos y postcosecha de gramíneas	6	1.28	2.1%	
Coberturas naturales	Guadua	Protección de ojos de agua	10	1.45	2.4%	37%
	Lago_natural	paisajístico	2	0.42	0.7%	
	Arbórea	Extracción de madera para leña	13	15.03	24.7%	
	Humedal	Servicios ecosistémicos	2	5.73	9.4%	
Total			57	60.9	100%	100%

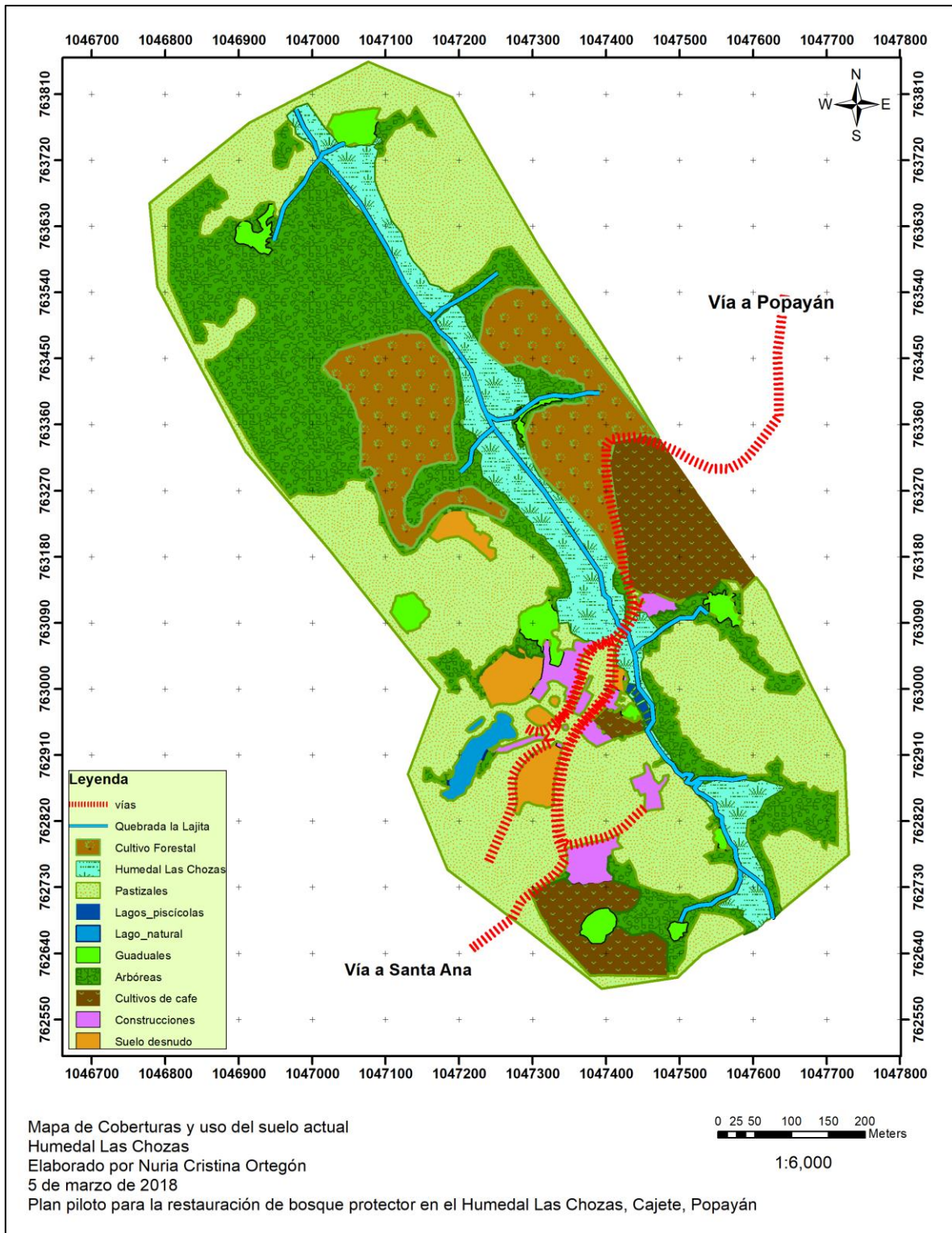


Figura 5. Mapa de coberturas área de estudio en Humedal Las Chozas

5.1.2. Síntesis caracterización social

El área del humedal es propiedad del municipio y se encuentra ubicada catastralmente en la vereda Las Chozas del corregimiento de Cajete, área rural del municipio de Popayán. Cuenta con una densidad poblacional de 2 hab/ha aprox. El área de influencia directa del humedal está clasificada a nivel socioeconómico, dentro de los estratos 1 y 2. De acuerdo con los datos obtenidos y analizados en campo, la tenencia de la tierra se distribuye en predios privados legalizados, distribuidos de manera gregaria a lo largo de la vía que comunica con las veredas Santa Ana y Cajete. Las viviendas son en su mayoría habitadas por sus propietarios, de construcción propia en concreto, cuentan con los servicios básicos de energía y agua (tanto del acueducto veredal como del municipal), pero no de gas domiciliario por lo tanto el uso del fogón de leña es el más empleado.

La mayor parte de los pobladores son jóvenes o adultos con un rango de edad entre 15 y 55 años, nativos en su gran mayoría, pero los predios más grandes son de pobladores de otras regiones del departamento del Cauca o de la ciudad de Popayán, que llegaron en busca de fincas para producción pecuaria, de recreo o jubilados que deseaban un cambio de entorno. La familia típica es de tipo nuclear, las cuales presentan una tasa elevada de necesidades básicas insatisfechas. El nivel de escolaridad que predomina en los adultos es de básica primaria, la escuela veredal atiende aproximadamente a 150 niños que cursan de primero a quinto grado, para continuar con los estudios de bachillerato deben desplazarse hasta el colegio de la vereda Cajete.

Las actividades económicas son de tipo informal en su gran mayoría o subempleos, destacándose en los hombres la construcción y el comercio informal. Las mujeres se dedican a labores domésticas y algunas, como actividad complementaria, la elaboración de artesanías. Unos cuantos, se han agremiado en una Asociación Solidaria Campesina con el fin de complementar sus actividades con la producción de café y acceder a programas de capacitación que les permita formular proyectos productivos enfocados en la comercialización y el agroturismo o turismo ecológico. También hay un grupo fuerte de lideresas que impulsa la gastronomía y el comercio de artesanías. Sin embargo, el principal ente organizativo sigue siendo la Junta de Acción Comunal.

En la vereda no se cuenta con un área de recreación o algún tipo de espacio para el esparcimiento y deporte de sus habitantes; aunque recientemente Cartón Colombia les cedió un terreno deportivo en la entrada de la vereda en un área que dista a unos 200 m de la vía que comunica con Popayán. También existe un observatorio astronómico privado que atrae muchos visitantes, en especial extranjeros.

En cuanto al uso del suelo, existe una gran presión por el impacto que generan dentro del área de influencia del humedal, actividades como el cultivo forestal, la producción

piscícola, potrerización y siembra de especies exóticas como pastos de engorde para cría de equinos de raza, parcelaciones, el incremento de depósitos de escombros y botadero de basuras, pastoreo de ganado, entre otros. Pero, en cuanto a las percepciones por parte de la comunidad se destaca que en la actualidad, hay un gran interés por los temas ambientales y en los últimos años se ha generado un proceso de toma de conciencia que ha permitido el acercamiento entre la comunidad y las instituciones para propiciar proyectos que permitan la conservación del humedal y de otros ecosistemas en la vereda.

En este sentido, a través de éste proyecto de investigación y todo el trabajo de gestión emprendido en la consecución de recursos para su ejecución, se logró la ampliación del área de ronda del humedal en el predio del cultivo forestal equivalente a un poco más de media hectárea (6000 m² aprox.), dispuesta de manera lineal al borde. En la finca El Manantial, se dispuso de un área de 90 m² para la construcción de un vivero artesanal comunitario (Figura 6). La Corporación Autónoma (CRC) apoyó con los materiales de construcción y algunos refrigerios. El diseño, la mano de obra y los demás refrigerios fueron asumidos por integrantes de la ASCOP y las señoras del grupo de mujeres emprendedoras. El objetivo inicial era la propagación de especies nativas para apoyar este proceso de restauración. Sin embargo, con el transcurrir del tiempo y por la visita de algunas personas de otras veredas del municipio solicitando plantas, la motivación generó expectativas a mediano y largo plazo. De esta manera, la comunidad lo proyecta como un emprendimiento que sirva de sustento para la ejecución de futuros proyectos de restauración y manejo de áreas de interés ambiental a nivel local y en otras zonas de la región. Además, se logró la sensibilización en cuanto a la importancia de promover acciones participativas que impulsen transformaciones positivas en torno a la temática ambiental, el manejo, protección y conservación de ecosistemas a nivel local y regional. A futuro los habitantes de la vereda Las Chozas, imaginan al humedal, como un ecosistema protegido que recupere su belleza cultural y paisajística, y en un entorno en el cual se puedan desarrollar actividades de turismo ecológico sostenible.



Figura 6. Participación comunitaria

a. en recorridos; b. construcción y mantenimiento vivero; c. recolección material vegetal; d. propagación; e, f. cercado parcelas y siembras; g, h. seguimiento.

Oferta ambiental

En general, el humedal Las Chozas, aún presenta una amplia oferta ambiental (Tabla 5). Además, en su área de influencia, no se identificaron procesos erosivos severos, ni fuertes pendientes, tampoco hay suelos totalmente desprovistos de cobertura vegetal. Además, teniendo en cuenta el inventario y las características de cada unidad de coberturas expresadas en la disponibilidad de elementos de tipo vegetal para el proceso de restauración identificados en la fotointerpretación y en las salidas de campo, se valoraron las unidades de vegetación natural y cultural, así como el estado de fragmentación y conectividad. De ésta manera, se determinó que las potencialidades del componente biótico eran óptimas para llevar a cabo la propuesta de restauración. Sin embargo, se evaluaron los factores limitantes que podría afectar el desarrollo del proyecto de restauración.

Tabla 5. Síntesis oferta ambiental humedal Las Chozas

Servicios ecosistémicos	Actuales	Potenciales
Prevención de riesgos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Control de inundaciones ✓ Retención de sedimentos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Control de inundaciones ✓ Estabilización de sedimentos
Equilibrio ecológico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reservorio de biodiversidad ✓ Estabilización del microclima ✓ Retención y transformación de nutrientes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Regulación hídrica ✓ Ciclaje de nutrientes ✓ Reservorio de biodiversidad
Sumidero	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Retención de sustancias tóxicas ✓ Depuración de aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suministro de agua superficial y subterránea
Patrimonio cultural y paisajístico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Valor simbólico para los habitantes de la vereda Las Chozas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Belleza escénica ✓ Condiciones físicas básicas para procesos de educación ambiental escolar (PRAES) ✓ Recreación pasiva ✓ Ecoturismo
Productividad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Uso de agua para siembra de peces ✓ Sustenta la demanda hídrica del cultivo forestal 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Producción de biomasa ✓ Uso de aguas para riego agrícola

Demanda ambiental

En la actualidad, al humedal recibe aguas residuales tanto domésticas como desechos de producción agrícola, ganadera y piscicultura, lo que afecta la calidad del agua. Además se evidenció pérdida de la cobertura vegetal en la cuenca aportante en algunos tramos, lo que puede afectar la oferta hídrica. El humedal está delimitado por seis fincas privadas, al extremo noroccidental hay potreros y al nororiental se ha incrementado el desecho de escombros. En los costados oriental y occidental se encuentra el cultivo forestal y al sur, una finca de cría de equinos de raza, otra dedicada a la piscicultura y una más dedicada a la ganadería. Además de la vía carretable de ingreso a la vereda (Figura 7).

Barreras para la restauración de bosque en el humedal

De acuerdo con Vargas Rios *et al.* (2013), los condicionantes que pueden limitar la productividad primaria son factores abióticos que aunque no son introducidos por el hombre frecuentemente son agudizados por este. Si bien el área adyacente al humedal Las Chozas no presenta fuertes pendientes, el tipo de suelo y los factores micro climáticos del ecosistemas pueden verse afectados por los tensionantes asociados al uso actual del suelo.

Según reportes de CRC (2012) y Revueltas y Córdoba (2014), el efecto de alteración hidrológica se debe a la presencia de especies forestales que demandan un alto suministro hídrico; además como se pudo apreciar en los recorridos, la apertura de un canal para encausar o drenar el agua que abastece los lagos piscícolas y de esta manera controlar las pérdidas en temporada de inundaciones, la disposición directa de aguas residuales a las fuentes de abastecimiento del humedal por falta de alcantarillado o instalación de pozos sépticos deficientes, los rellenos y escombreras para ampliación de predios, la disposición de basuras, las parcelaciones, la introducción de especies exóticas, la entresaca de leña. Han generado la disminución del espejo de agua, la acelerada eutrofización debido a la materia orgánica y sedimentos que se depositan directamente al humedal, la fragmentación de hábitat y disminución de propágulos, que constituyen las principales barreras para la restauración.

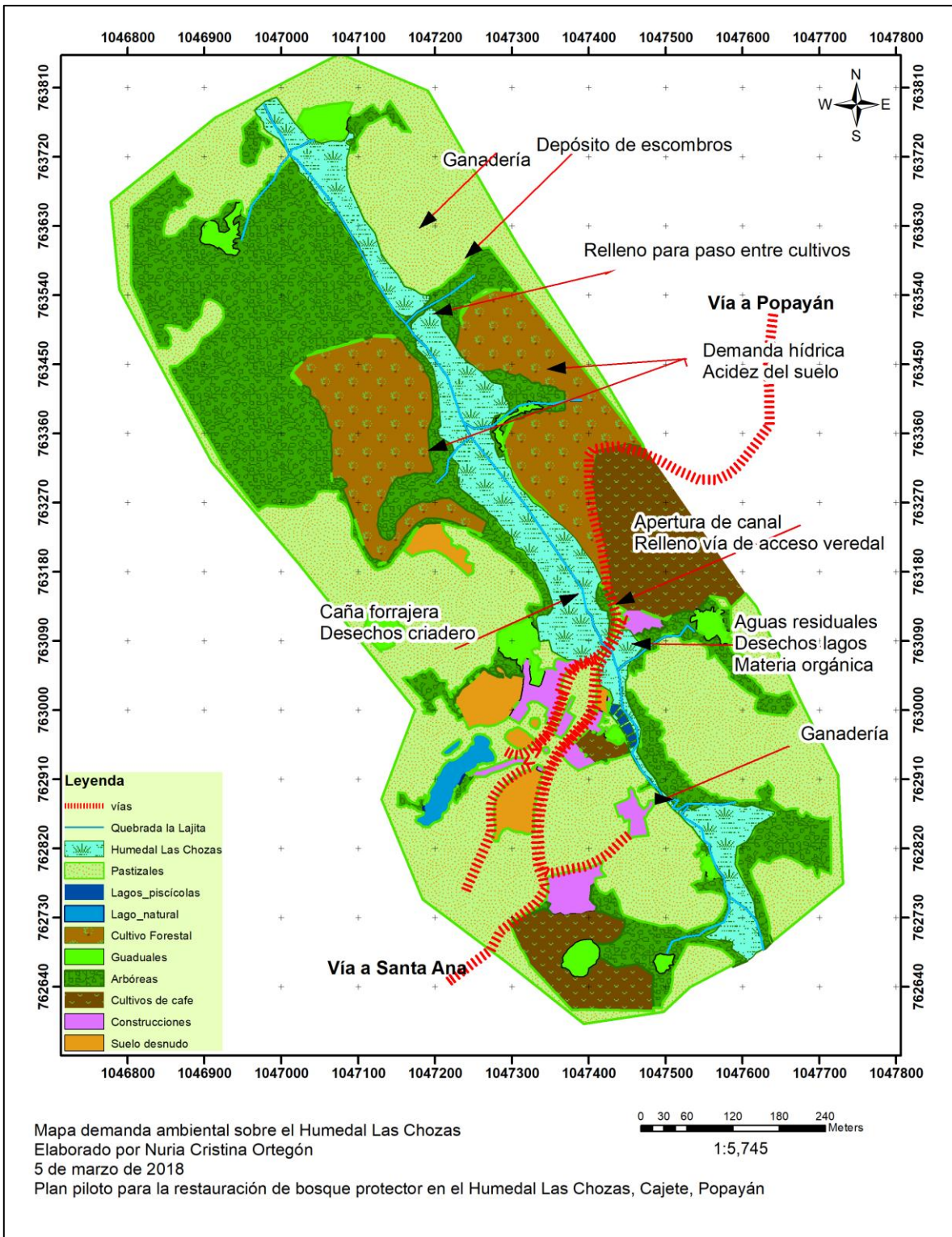


Figura 7. Demanda ambiental sobre el humedal Las Chozas

5.1.3. Zonificación ambiental

Con el fin de avanzar en la determinación del área potencial para implementar acciones de restauración de bosques riparios se realizó una zonificación preliminar del humedal que permitió identificar las áreas prioritarias para la restauración y otras zonas como las de uso sostenible y conservación.

De acuerdo con los criterios de la oferta y demanda ambiental, se definen tres tipos de zonas de manejo correspondientes a los ambientes descritos anteriormente (Figura 8) (Tabla 6). En ambiente acuático corresponde a la zona de conservación ambiental, la cual debe estar destinada a la preservación porque posee áreas de alta significancia ambiental. Y el ambiente terrestre, la zona de restauración ambiental, la cual debe estar destinada a la recuperación y protección ya que posee un alto riesgo de transformación y una zona para el uso sostenible, donde, se requiere sensibilizar más a la población aledaña para lograr un mayor compromiso para la recuperación y protección del humedal.

Tabla 6. Zonificación ambiental propuesta para el Humedal Las Chozas

Zonas	Descripción	Area (ha)	Area %
Zona_de_restauración	Áreas de borde del humedal tratando de conservar el mínimo legal de 30 m	6.3	10%
Zona_de_Conservación	El área inundable y los fragmentos al borde del humedal Las Chozas	8.0	13%
Zona_de_uso_sostenible	El resto de áreas donde en la actualidad se encuentran los cultivos forestales, fincas y parcelas que deben procurar por hacer un uso sostenible del suelo	46.3	76%
Total		60.631	100%

Fuente: mapa de zonificación ambiental propuesta. Estadísticas de ArcGis 10.3

- Zona de conservación, se encuentra anegada durante todo el año, predominan los juncuales y pastizales, es hábitat ideal para anfibios, reptiles y pequeños peces. En los pequeños parches de arbustos, se aprecia gran cantidad de avifauna, por la oferta de alimento y refugio. En consecuencia, esta zona debe estar destinada exclusivamente a la preservación de la diversidad que la compone.

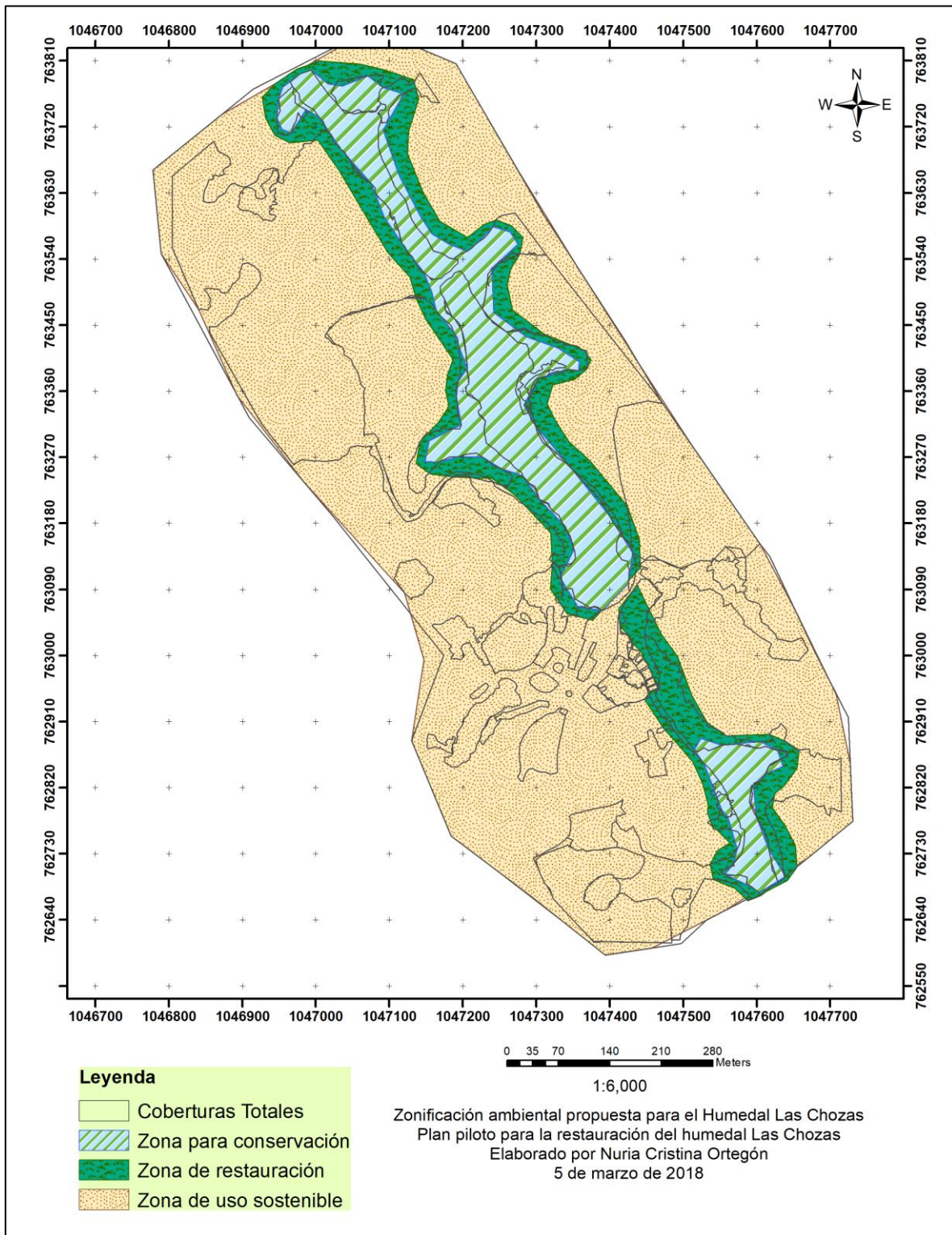


Figura 8. Zonificación ambiental propuesta para el humedal Las Chozas

Fuente: fotointerpretación con ArcMap 10.3

- Zona de restauración, corresponde a zonas de ronda hidráulica, es un ambiente terrestre que en algunas partes se encuentra altamente alterado debido principalmente a la incompatibilidad de usos que acentúan la degradación del ambiente semiacuático. Por esta razón, esta zona se recomienda dedicarla exclusivamente a la recuperación y protección ambiental del humedal. A mediano y largo plazo, puede ser el escenario ideal para una recuperación paisajística que permita fomentar servicios ambientales tales como educación ambiental y recreación pasiva.
- Zona de uso sostenible, corresponde a las parcelas y fincas que colindan con el humedal, donde se encuentran: el cultivo forestal de eucalipto, los pastizales para engorde, los lagos de pesca recreativa y los potreros de engorde de ganado. Frente a estas áreas es necesario fomentar la sensibilización ambiental entorno al uso adecuado del suelo, haciendo énfasis en los bienes y servicios ecosistémicos que ofrece el humedal y la importancia de su protección y buen manejo ambiental.

5.2.1. Determinación del área potencial a restaurar

En el caso del Humedal Las Chozas, las prioridades de la restauración ecológica se establecieron de manera concertada con las instituciones, propietarios de predios aledaños y comunidad en general de la vereda Las Chozas. De tal manera, se determinó que el área donde sustancialmente la mayoría del terreno ofrecía un óptimo potencial para la restauración de bosque protector era la correspondiente al borde que limita con la plantación forestal. Debido principalmente a que en campo se observaron algunas especies pioneras, existen parches de bosque y rastrojos que se podían considerar como ecosistema de referencia por la vegetación secundaria en desarrollo, además, en septiembre de 2016 se había realizado el aprovechamiento forestal; por lo tanto, se consideró pertinente y necesario tratar de ampliar el área de ronda en los tramos donde era casi inexistente.

5.2.2. Especies vegetales nativas seleccionadas para la restauración de bosque protector en el humedal Las Chozas

A partir de la matriz de criterios de valoración se seleccionaron nueve especies vegetales para enriquecimiento de la cobertura vegetal del bosque protector (Tabla 7). A continuación se describen sus principales características.

Tabla 7. Especies con mayor potencial para la restauración del bosque protector.

N°	Nombre común	Nombre científico	Estrato	Tipo
1	Chilco	<i>Baccharis nitida</i>	Arbustivo	Pionera intermedia
2	Trompeto	<i>Bocconia frutescens</i>	Arbustivo	Pionera intermedia
3	Yarumo	<i>Cecropia angustifolia</i>	Arbóreo	Pionera intermedia
4	Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	Arboreo	Cultivada
5	Silbador – Silva silva	<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	Arboreo	Sucesión avanzada
6	Platanilla	<i>Heliconia latispatha</i>	Arbustivo	Cultivada
7	Mano de oso	<i>Oreopanax albanesis</i>	Arboreo	Pionera intermedia
8	Cordoncillo	<i>Piper crassinervium</i>	Arbustivo	Pionera intermedia
9	Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>	Arbóreo	Cultivada

5.2.2.1. Chilco Blanco (*Baccharis nitida*)

Familia: Asteraceae

Origen: Nativa

Distribución geográfica: desde Venezuela hasta Perú

Rango altitudinal: 1000 – 2500 msnm

Altura máxima (m): 4

Diámetro (cm): 6

Amplitud de copa: Media

Persistencia hoja: perenne

Sistema de dispersión: Zoocora

Tasa de crecimiento: Rápida

Longevidad: Baja

Zonas de humedad: Húmeda

Requerimiento luminosidad: Alto

Función ecológica: Refugio y alimento fauna por ser melífera en especial para insectos

Propagación: Semilla

Usos: planta medicinal y fabricación de cucharas

Comportamiento en vivero: Las semillas sin tratamiento germinaron en 1 semana y su acondicionamiento fue de 3 meses, logrando una altura promedio de 32 cm

Plagas y enfermedades: Virus (mancha negra en campo)

Referencias: Cuatrecasas (1969); Álzate (2013) y Antonio Imbachí



5.2.2.2. Trompeto (*Bocconia frutescens*)

Familia: Papaveraceae

Origen: Nativa

Distribución geográfica: Centro América hasta Suramérica y las Antillas

Rango altitudinal: 1600 - 3200 msnm

Altura máxima (m): 6

Diámetro (cm): 10

Amplitud de copa: Media (7 -14m)

Persistencia hoja: perenne

Sistema de dispersión: Zoocora

Tasa de crecimiento: Rápida

Longevidad: Baja (0 – 35 años)

Zonas de humedad: Húmeda y muy húmeda

Requerimiento luminosidad: Alto

Función ecológica: Ornamental, Hábitat y alimento para fauna

Propagación: Semilla, rebrote y estacas

Usos: Elaboración de tintas a partir de las hojas maceradas, su raíz en infusión es medicinal, semillas maceradas es vermífugo para tratar sarna en perros y hongos

Comportamiento en vivero: La plántula se seca completamente pero rebrota semana después y su acondicionamiento en vivero tomó 2 meses alcanzando 42cm de altura promedio

Plagas y enfermedades: Arañas en vivero

Referencias: Peña et al. (2012) y Catálogo virtual Flora del Valle de Aburrá



5.2.2.3. Yarumo (*Cecropia angustifolia*)

Familia: Urticaceae

Origen: Nativa

Distribución geográfica: América tropical

Rango altitudinal: 0 - 2000 msnm

Altura máxima (m): 20

Diámetro (cm): 50

Amplitud de copa: Media (7 -14m)

Persistencia hoja: Perenne

Sistema de dispersión: Zoocora - Aves

Tasa de crecimiento: Rápida

Longevidad: Baja (0 – 35 años)

Zonas de humedad: Seca y húmeda

Requerimiento luminosidad: Alto

Función ecológica: Hábitat y alimento para fauna

Propagación: Semilla, rebrote y estacas



Usos: Los tallos se emplean para hacer boyas para redes de pescar, canoas, cunetas y canales para conducir aguas.

Comportamiento en vivero: La plántula pierde algunas hojas que repone 2 semanas después y su acondicionamiento en vivero tomó 2 meses alcanzando 35cm de altura máxima.

Plagas y enfermedades: Hormigas

Referencias: Vargas (2002); Peña et al. (2012) y Catálogo virtual Flora del Valle de Aburrá

5.2.2.4. Chachafruto (*Erythrina edulis*)

Familia: Fabaceae

Origen: Nativa - Cultivada

Distribución geográfica: Suramérica

Rango altitudinal: 1200 - 2500 msnm

Altura máxima (m): 10

Diámetro (cm): 60

Amplitud de copa: Media (7 -14m)

Persistencia hoja: Caducifolia

Sistema de dispersión: Zoocora

Tasa de crecimiento: Rápida

Longevidad: Media (36 – 60 años)

Zonas de humedad: Húmeda y muy húmeda

Requerimiento luminosidad: Alto

Función ecológica: Cercas vivas, hábitat y alimento para fauna, Sombrío, Recuperación de suelos pobres y degradados.

Propagación: Semilla y estacas

Usos: Frutos comestibles se emplean en recetas tradicionales en pueblos andinos, también las hojas por su alto contenido de proteína para engorde de cerdos y gallinas y en recuperación de suelos, Sombrío en cultivos o como cerca viva.

Comportamiento en vivero: Las semillas germinan en 1 semana sin tratamiento y su acondicionamiento es de 2 meses alcanzando 40cm de altura promedio

Plagas y enfermedades: Hormigas, arañas y babosas

Referencias: Peña et al. (2012); Ramírez *et al.* (2008) y Catálogo virtual Flora del Valle de Aburrá



5.2.2.5. Silbador - Granizo (*Hedyosmum bonplandianum*)

Familia: Chloranthaceae

Origen: Nativa

Distribución geográfica: Centro y Suramérica

Rango altitudinal: 1500 - 3000 msnm

Altura máxima (m): 20

Diámetro (cm): 60

Amplitud de copa: Media (7 -14m)

Persistencia hoja: Caducifolia

Sistema de dispersión: Zoocora - Aves

Tasa de crecimiento: Rápido

Longevidad: Media (36 -60 años)

Zonas de humedad: Húmeda y muy húmeda

Requerimiento luminosidad: Bajo

Función ecológica: Ornamental, refugio y alimento para fauna y conservación de fuentes hídricas

Propagación: Semilla, rebrote y estacas

Usos: Aromatizante y sus hojas en infusión para dar sabor a el agua de panela, también, uso medicinal como tónico para aliviar el reumatismo y estimulante, con la corteza se prepara infusión para bajar la fiebre

Comportamiento en vivero: La plántulas crecen un poco más lento que las otras especies seleccionadas alcanzando un máximo de 30 cm después de 2 meses en vivero. En la etapa juvenil requiere mucha humedad y suelos ácidos.

Plagas y enfermedades: Babosa

Referencias: Vargas (2002);Peña *et al.* (2012); Mahecha Vega *et al.* (2017); Peña *et al.* (2012) y Catálogo virtual Flora del Valle de Aburrá



5.2.2.6. Platanilla (*Heliconia latispatha*)

Familia: Heliconiaceae

Origen: Nativa - Cultivada

Distribución geográfica: México - Ecuador

Rango altitudinal: 0 – 1800 msnm

Altura máxima (m): 10

Persistencia hoja: Perenne

Sistema de dispersión: Zoocora

Tasa de crecimiento: Rápida

Longevidad: Baja (0 – 35 años)

Zonas de humedad: Seca y húmeda

Requerimiento luminosidad: Medio

Función ecológica: Refugio y alimento para fauna, especialmente Colibríes

Propagación: Semillas y tubérculos (colinos)

Usos: Ornamentales, cercos vivos y en arreglos florales para centros de mesa

Plagas y enfermedades: Hormigas

Referencias: Peña *et al.* (2012)



5.2.2.7. Mano de Oso o Pategallina (*Oreopanax albanensis*)

Familia: Araliaceae

Origen: Nativa

Distribución geográfica: Suramérica

Rango altitudinal: 1500 – 2000 msnm

Altura máxima (m): 15

Diámetro (cm): 35

Amplitud de copa: Media (7 -14m)

Persistencia hoja: Semicaducifolia

Sistema de dispersión: Zoocora y Baricora (gravedad)

Tasa de crecimiento: Rápida

Longevidad: Baja (0 – 35 años)

Zonas de humedad: Seca, húmeda y muy húmeda

Requerimiento luminosidad: Alto

Función ecológica: Refugio y alimento para fauna y recuperación de suelos

Propagación: Semilla, rebrote y estacas

Usos: Medicinal como cicatrizante, sedante, carminativa, antidepresiva, digestiva, reconstituyente, antiviral, antibacterial. Además, maderable y especial para reforestación de zonas riparias

Comportamiento en vivero: A la plántula se le caen todas las hojas, pero su recuperación es casi inmediata y después de dos meses alcanzó una altura máxima de 30 cm

Plagas y enfermedades: Hormigas y arañas

Referencias: Peña et al. (2012) y Catálogo virtual Flora del Valle de Aburrá



5.2.2.8. Cordoncillo (*Piper crassinervium*)

Familia: Piperaceae

Origen: Nativa

Distribución geográfica: Colombia hasta Brasil

Rango altitudinal: msnm

Altura máxima (m): 6

Diámetro (cm): 12

Amplitud de copa: Media (7 -14m)

Persistencia hoja: Perenne

Sistema de dispersión: Zoocora

Tasa de crecimiento: Rápida

Longevidad: Baja (0 – 35 años)

Zonas de humedad: Húmeda y muy húmeda

Requerimiento luminosidad: Alto

Función ecológica: Refugio y alimento para fauna principalmente Murciélagos



Propagación: Semilla, rebrote y estacas

Usos: Sus hojas son medicinales y se emplea como fungicida

Comportamiento en vivero: La plántula se seca completamente pero rebrota semana después logrando una altura promedio de 32 cm luego de 2 meses.

Plagas y enfermedades: Ninguna

Referencias: Peña et al. (2012) y Catálogo virtual Flora del Valle de Aburrá

5.2.2.9. Nacedero (*Trichanthera gigantea*)

Familia: Acanthaceae

Origen: Nativa

Distribución geográfica: Centroamérica y Suramérica

Rango altitudinal: 0 - 2000msnm

Altura máxima (m): 15

Diámetro (cm): 30

Amplitud de copa: Media (7 -14m)

Persistencia hoja: Perenne

Sistema de dispersión: Zoocora

Tasa de crecimiento: Rápida

Longevidad: Media (36 – 60 años)

Zonas de humedad: Húmeda y muy húmeda

Requerimiento luminosidad: Alto

Función ecológica: Mejorar la disponibilidad de agua, refugio y alimento para fauna, es una especie melífera

Propagación: Semilla y estacas

Usos: Como forrajera de especies menores (cerdos, gallinas, cabras, conejos) por su alto contenido proteico, Medicinal, sus hojas en cataplasma sirven para combatir las hernias en animales de carga. Sus tallos y hojas en infusión son usados para bajar la presión y adelgazar.

Comportamiento en vivero: Se sembraron estacas de diferentes tamaños que después de 2 meses alcanzaron 45cm de altura promedio

Plagas y enfermedades:

Referencias: Peña et al. (2012) y Catálogo virtual Flora del Valle de Aburrá



5.3. Evaluación del modelo de intervención establecido para restaurar el bosque protector en el Humedal Las Chozas

5.3.1. Ampliación y aislamiento de rondas y remanentes de bosque

Los parches de bosque mejor conservados se encuentran ubicados al borde del humedal en la finca de aprovechamiento forestal. No obstante, estos relictos no presentan ninguna protección y se evidenció que son sometidos a continuas entresacas para leña y entrada de

ganado; lo que afecta su estructura poblacional y la capacidad de regeneración natural. Igualmente se evidenció que las primeras líneas de siembra del cultivo forestal se establecían casi al interior del humedal, sin respetar la ronda hidráulica definida por el Ministerio de Medio Ambiente (hasta 30 m al borde).

En reuniones con la comunidad, propietarios de algunas fincas y con el apoyo de la CRC, se acordó la ampliación del área del humedal, incluyendo en la cartografía y zonificación el terreno que se encuentra en la margen izquierda de la carretera de acceso a la vereda y que linda con las fincas El Manantial y la ganadería de los Collazos. Además, se solicitó y aprobó la ampliación del corredor ripario en la finca de aprovechamiento forestal (Figura 9).

Como segunda medida se consiguió el material de apoyo para el aislamiento del borde y los relictos — posteadura, alambre de púa y grapas— por parte de la empresa forestal y la CRC. La comunidad se encargaría de las mingas de cercado; sin embargo, el cumplimiento de esta meta se logró parcialmente, debido a la falta de tiempo. Se realizaron las primeras mingas de traslado de material, a las que asistieron en su mayoría mujeres porque los hombres no podían asistir por cruce de trabajo o porque el cansancio de la semana no se les permitió (figura 10). Así que finalmente, sólo se logró aislar las cuatro áreas donde se establecieron las parcelas experimentales de nucleación.

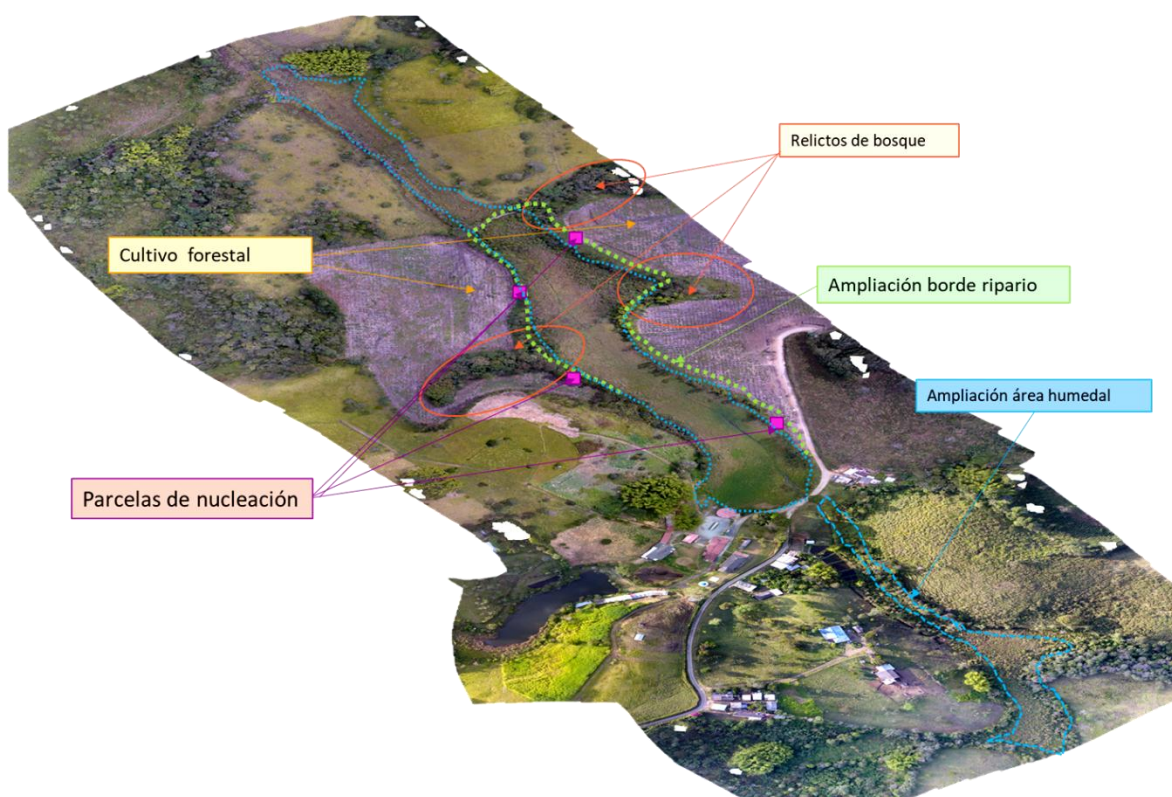


Figura 9. Modelo de intervención para restaurar el bosque protector para el humedal Las Chozas



Figura 10. Jornadas para el aislamiento del área priorizada en el humedal Las Chozas

5.3.2. Evaluación y comportamiento de las especies sembradas en las parcelas de nucleación

Una vez realizados los montajes experimentales se inició la fase de seguimiento, que permitió evaluar el comportamiento de las especies y la efectividad los núcleos establecidos mediante el reporte detallado del crecimiento progresivo, la sobrevivencia y el estado fitosanitario de las especies plantadas a lo largo del tiempo de monitoreo y evaluar el avance de la sucesión natural en los cuadrantes control. Los resultados obtenidos después de cinco meses se presentan a continuación.

5.3.2.1. Tasas de crecimiento relativo en altura (TCRA) y cobertura (TCRC) de las especies plantadas.

El comportamiento de las especies varió con relación al crecimiento en alturas; de esta manera, la especie que presentó un mayor crecimiento fue *Baccharis nitida*, siendo un poco mayor en la parcela cuatro (4), probablemente debido a las condiciones generales de esa parcela —ubicación entre dos fragmentos cercanos, terreno con pendiente leve de 15% y suelos aparentemente más fértiles. Seguida de *Erythrina edulis*, *Cecropia angustifolia* y *Piper crassinervium* que presentaron un crecimiento medio similar en todas las parcelas. Mientras que *Hedyosmum bonplandianum* fue la especie que tuvo el menor crecimiento,

creciendo en promedio 1.8 cm por mes y en la parcela 1 murieron dos de los tres individuos sembrados lo que se presenta como una disminución de tamaño en el consolidado.

En cuanto al crecimiento de las especies por parcelas es similar en todas (Figura 11), *Baccharis nitida*, *C. angustifolia*, *E. edulis* y *P. crassinervium* tienen un promedio de crecimiento similar en todas las parcelas. No obstante, en la parcela 4 es un poco mayor. *Bocconia frutescens*, creció un poco más en las parcelas 3 y 4, quizá debido a que el suelo era aparentemente más fértil en el borde occidental del humedal donde se ubicaron las parcelas 3 y 4. *Trichanthera gigantea* presentó mayor crecimiento en las parcelas 1 y 4 en este caso, los individuos sembrados eran más grandes, estas dos parcelas estaban menos expuestas a la luz, lo que al parecer favorece el crecimiento de esta especie.

También se puede apreciar en la gráfica que hay un mejor establecimiento y crecimiento de los individuos que al momento de la siembra tenían una mayor altura.

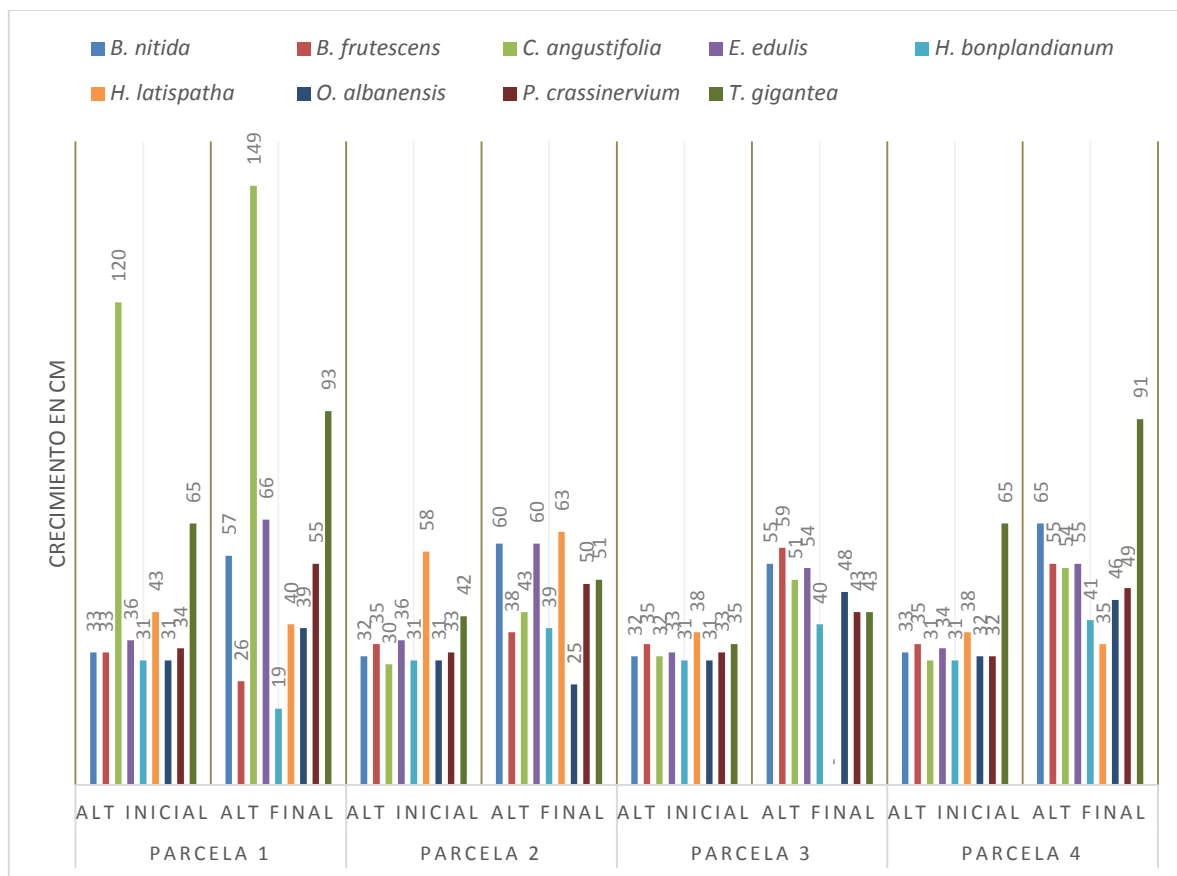


Figura 11. Crecimiento de las especies en cada parcela a lo largo del periodo de medición

Se determinó que en general para la tasa de crecimiento en altura hay diferencias significativas entre especies ($KW \chi^2 = 23,47$, $n=36$, $g.l.= 8$, $p =0,003$), siendo *Baccharis nitida* la especie que presenta la mayor tasa en general, lo que indica que su velocidad de

crecimiento fue mayor en especial en la parcela 4. En contraste, las tasas negativas las presentan *B. frutescens*, *H. bonplandianum*, *H. latispatha* y *O. albanensis*, en las parcelas 1, 2 y 3. En el caso de *H. latispatha* la tasa negativa se debió a que todos los individuos sembrados murieron en la parcela 3. En la parcela 1, las tasas negativas están relacionadas con la mortalidad y la disminución del tamaño de algunos individuos debido al estado fitosanitario (perdida de hojas y tallos por herbivoría o marchitamiento de hojas), una posible causa pudo ser el anegamiento que se presentó en noviembre. Mientras que en las parcelas 2 y 3, la mortalidad de especies y el mal estado fitosanitario puede estar relacionado con las condiciones generales del área ya que es más abierta y las plantas estaban más expuestas a la luz directa (Figura 12.). Sin embargo el análisis estadístico no paramétrico, no arroja diferencias significativas en las tasas de crecimiento en alturas de las especies entre parcelas ($KW \chi^2 = 7.95$, $n=16$, $g.l. = 3$, $p = 0,47$).

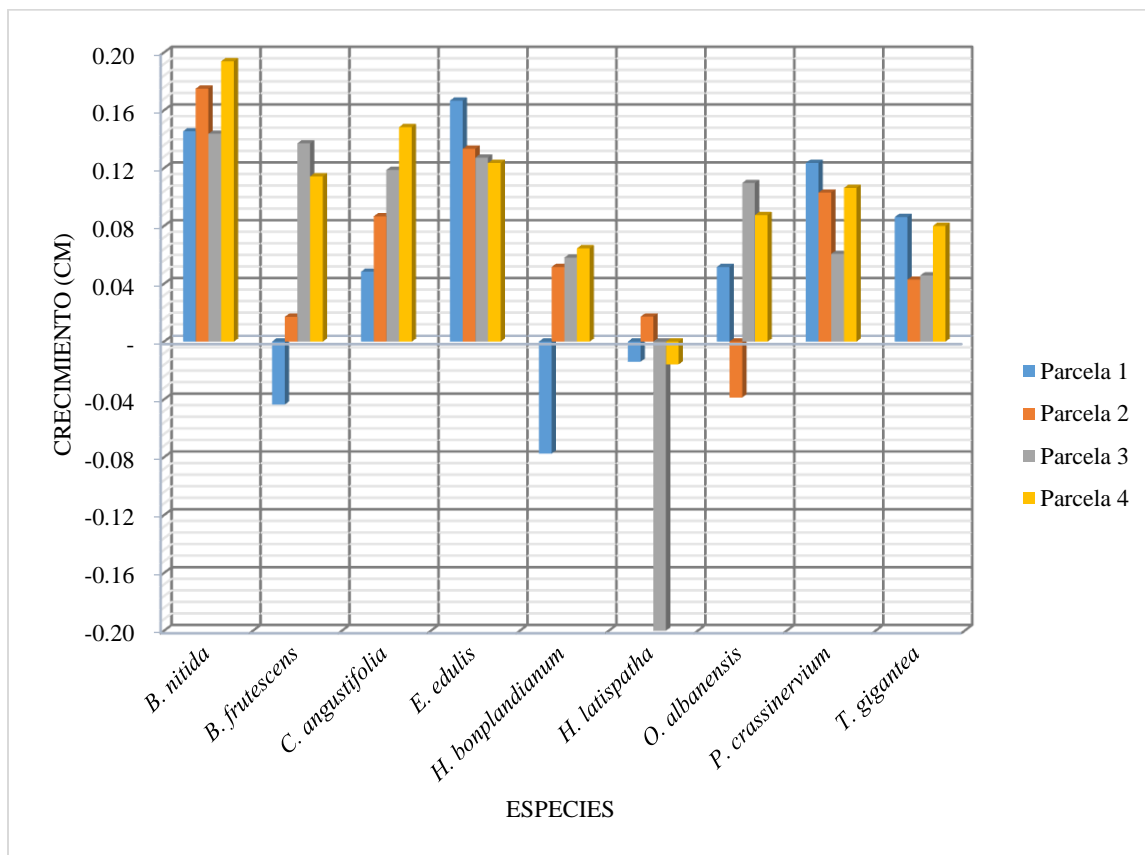


Figura 12. Tasa de crecimiento (TCRA) de las especies seleccionadas por cada parcela.

En cuanto a la tasa de crecimiento de coberturas por especies no presenta diferencias significativas ($KW \chi^2 = 14.39$, $n = 36$, $g.l.= 8$, $p = 0,072$). No obstante, *B. nitida* presenta un mayor desarrollo de cobertura, seguida de *P. crassinervium* y *E. edulis* (Figura 13). Esta última no obtuvo mejores resultados porque fue la especie más propensa a la herbivoría de

insectos en casi todas las parcelas. *B. frutescens* presentó el valor promedio más bajo, porque fue que presentó más hojas amarillas y secas sobre todo durante el primer mes. En el caso de *H. bonplandianum*, su crecimiento en altura y cobertura también fue mucho más lento.

En general las tasas de crecimiento en cobertura de las especies no varían mucho por parcelas y esto se confirma con el análisis estadístico, que no mostró diferencias significativas ($KW \chi^2 = 9.34$, $n = 16$, $g.l. = 3$, $p = 0,25$), solo se observa un promedio un poco mayor en la parcela cuatro (4). Aunque el comportamiento de las especies es diferente en cada parcela, unas se establecieron mejor que en otras. Por ejemplo, *O. albanensis* presenta la tasa más alta en cobertura en la parcela 1, mientras que en la parcela 2 presenta una tasa negativa, lo que puede relacionarse con que esta especie crece mejor al interior del bosque que en lugares abiertos. *B. nitida* obtiene mejores resultados en las parcelas 2, 3 y 4 porque en la parcela 1 se vio afectada por un virus que generó pérdida de hojas en algunos individuos y *E. edulis* presenta una tasa más baja en la parcela 4 debido a que todos los individuos plantados presentaron disminución en el número y tamaño de hojas por evidencia de herbivoría de insectos.

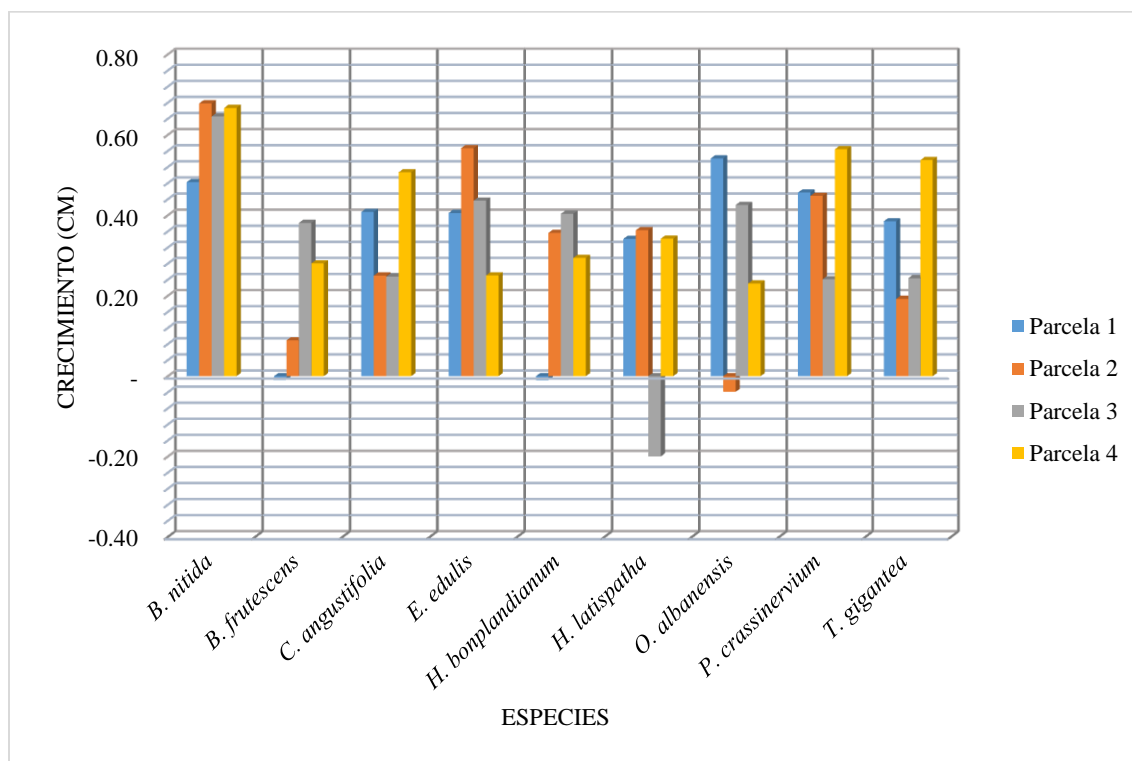


Figura 13. Tasa de crecimiento en cobertura de las especies sembradas en cada una de las parcelas

5.3.3. Supervivencia de las especies plantadas.

La supervivencia de las especies en general fue alta, se plantaron 186 individuos de las nueve (9) especies seleccionadas, de los cuales al final sobrevivieron 168. La especie que presento supervivencia total de individuos plantados fue *C. angustifolia*, lo que indica que es la más resistente. Mientras que las especies que presentan un menor número de individuos sobrevivientes fueron *H. latispatha* (9 de 16 plantados) y *B. frutescens* (12 de 17 plantados). El resto de especies presentaron buena supervivencia de individuos (Tabla 8).

El porcentaje total de supervivencia fue de 90% (Figura 14) y no arrojó diferencias significativas entre especies ($KW x^2 = 13.05$, $n = 36$, g.l. = 8, $p = 0,110$). Sin embargo, los resultados por especies muestran que el porcentaje más alto lo obtiene *C. angustifolia* (100%), seguida de *B. nitida* (98%), pero en general la supervivencia de todas las especies fue alta, superando el 85%, a excepción de *B. frutescens* (75%) y *H. latispatha* (56%) que para este estudio fueron las más vulnerables.

Tabla 8. Porcentajes de supervivencia de las especies plantadas a los cinco meses en las parcelas experimentales

Especies seleccionadas	N° Individuos plantados					N° individuos sobrevivientes					% Supervivencia x parcelas				% Total de supervivencia
	P 1	P 2	P 3	P 4	Total x especie	P 1	P 2	P 3	P 4	Total x especie	P1	P2	P3	P4	
<i>B. nitida</i>	10	16	6	8	40	9	16	6	8	39	90	100	100	100	98
<i>B. frutescens</i>	4	6	3	4	17	2	3	3	4	12	50	50	100	100	75
<i>C. angustifolia</i>	3	4	2	3	12	3	4	2	3	12	100	100	100	100	100
<i>E. edulis</i>	8	10	6	8	32	7	10	6	8	31	88	100	100	100	97
<i>H. bonplandianum</i>	3	3	4	3	13	2	3	4	3	12	67	100	100	100	92
<i>H. latispatha</i>	4	4	4	4	16	3	3	0	3	9	75	75	-	75	56
<i>O. albanensis</i>	2	2	2	2	8	2	1	2	2	7	100	50	100	100	88
<i>P. crassinervium</i>	6	6	6	6	24	6	6	5	6	23	100	100	83	100	96
<i>T. gigantea</i>	6	6	6	6	24	6	6	5	6	23	100	100	83	100	96
Total general	46	57	39	44	186	40	52	33	43	168	87	91	85	98	90

En cuanto a la supervivencia por parcelas, tampoco presenta diferencias significativas ($KW x^2 = 3.18$, $n = 16$, g.l. = 3, $p = 0,37$); el resultado es similar con promedios que superan el 85%, nuevamente la parcela 4 presenta un valor promedio un poco más alto, con un porcentaje de 98%. Aunque la parcela 3 presenta el valor más bajo en promedio, es en realidad la parcela 1 la que presenta el valor más bajo teniendo en cuenta que fue la única en donde la mortalidad afectó a individuos de cinco especies.

La principal causa de muerte en la parcela 1 fue estrés hídrico y herbivoría, esto pudo relacionarse con las condiciones del área donde se sembraron algunas especies, ya que coincidió con el paso de aguas de escorrentía generadas después del mantenimiento de la carretera, ya que abrieron unos canales posterior a las siembras para drenarla y esas aguas

llegaban directo a los cuadrantes donde se presentaron la mayoría de casos de mortalidad. Además, se dieron cargas de lixiviados de todas la basuras que se depositan al borde, lo que también pudo ocasionar unas manchas negras en algunos individuos y su posterior muerte. En el caso de *H. latispatha*, la causa más probable fue que todos los colinos no se alcanzaron a sembrar el mismo día de la colecta, así que se llevaron nuevamente al vivero y se dejaron varios días dentro de un recipiente con agua, sumado al estrés producto de la manipulación, el traslado y la elevada temperatura que se presentó el día que sí se sembraron; en conclusión, esto pudo contribuir para que no se establecieran bien en la parcela 3.

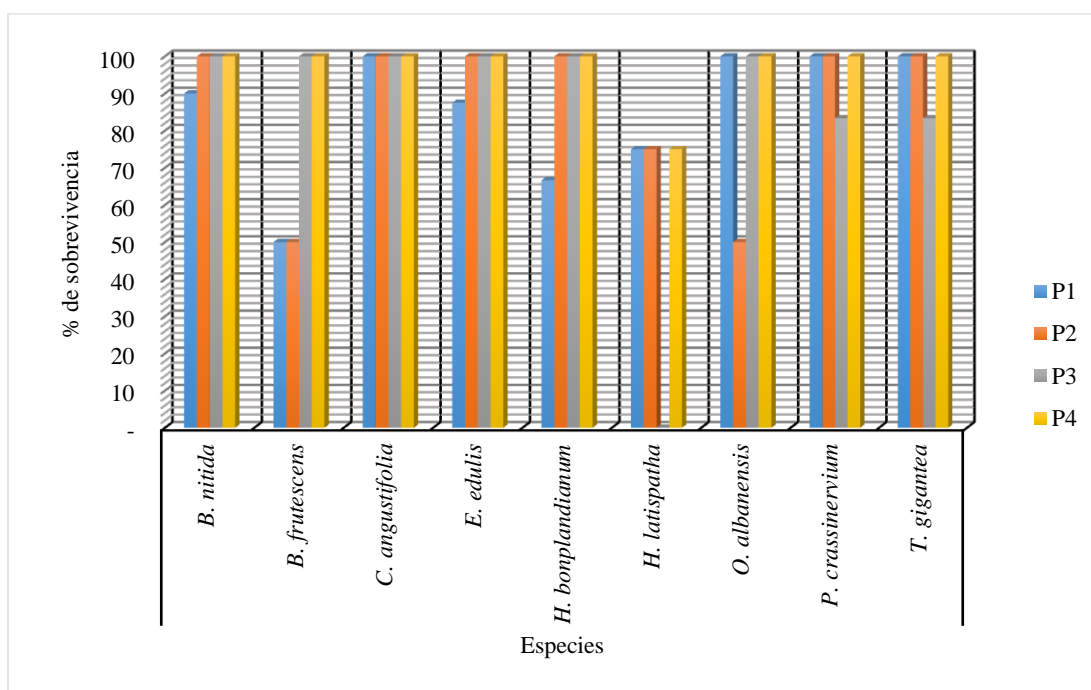


Figura 14. Porcentaje de sobrevivencia para cada especie en cada una de las parcelas

5.3.4. Estado fitosanitario

El 73% de los individuos plantados presentaron un buen estado fitosanitario. Siendo los individuos de *H. latispatha* y *B. frutescens* los más vulnerables. En el caso de la *H. latispatha* presentó el porcentaje más bajo de sanidad 30% con valoración de estado fitosanitario malo (M) debido a la muerte de todos los individuos plantados en la parcela 3 y algunos marchitos en las parcelas 1 y 4. Los individuos plantados de *B. frutescens* tuvieron en promedio de sanidad de 62% una valoración regular (R), la principal causa fue el marchitamiento sobre todo en los primeros meses. Mientras que los individuos de *P. crassinervium*, *C. angustifolia* y *B. nitida* fueron las más resistentes presentando porcentajes de sanidad mayores a 85 %. Para los individuos plantados del resto de especies

los resultados muestran un buen promedio con porcentajes de sanidad superiores al 50% (Figura 15).

En cuanto al comportamiento de las especies por parcelas, se puede concluir que el promedio de sanidad fue bueno (B) en todas, superando el 65%. La parcela 4 obtuvo mejor promedio de sanidad (90 %). Sin embargo, los resultados varían entre especies (unas fueron más resistentes que otras en diferentes parcelas) más que entre parcelas.

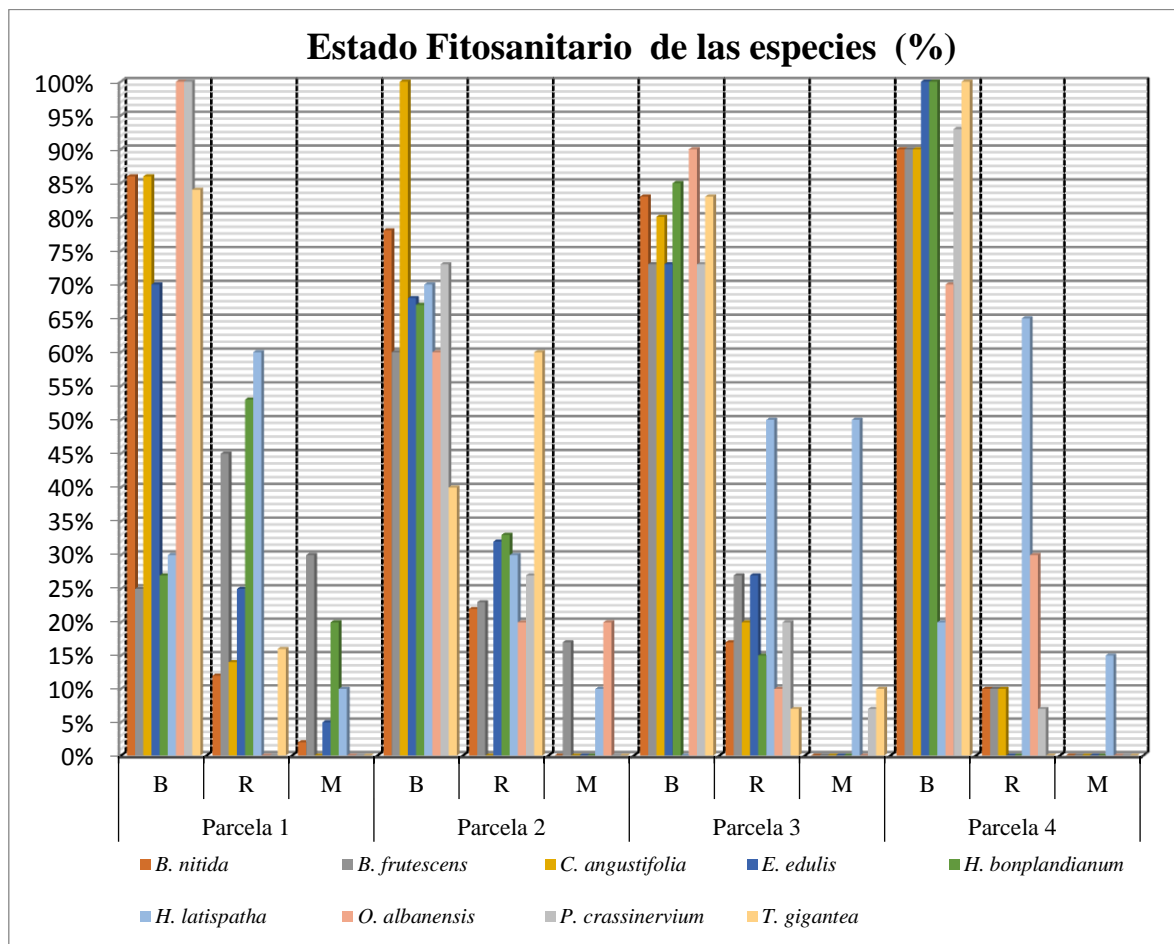


Figura 15. Porcentaje de sanidad para cada especie en cada una de las parcelas
B = bueno, R = regular, M = malo

5.3.5. Avance de la sucesión natural en cuadrantes control

5.3.5.1. Composición florística

Dentro de cada una de las parcelas se establecieron de manera aleatoria los cuadrantes control para monitorear el avance de la sucesión natural. En estos cuadrantes se registraron al final del monitoreo 33 especies agrupadas en 14 familias botánicas (Anexo D), de las cuales 25 no estaban presentes al inicio del montaje experimental. La familia más

representativa fue Asteraceae con 7 especies (Figura 16), luego Poaceae con 6 especies, Rubiaceae 4 especies, Melastomataceae 3 especies, familias con dos especies (Lauraceae, Solanaceae y Oxalidaceae) y las otras siete familias restantes con 1 especie cada una (Commelinaceae, Adoxaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae, Pteridaceae, Fabaceae y Primulaceae)

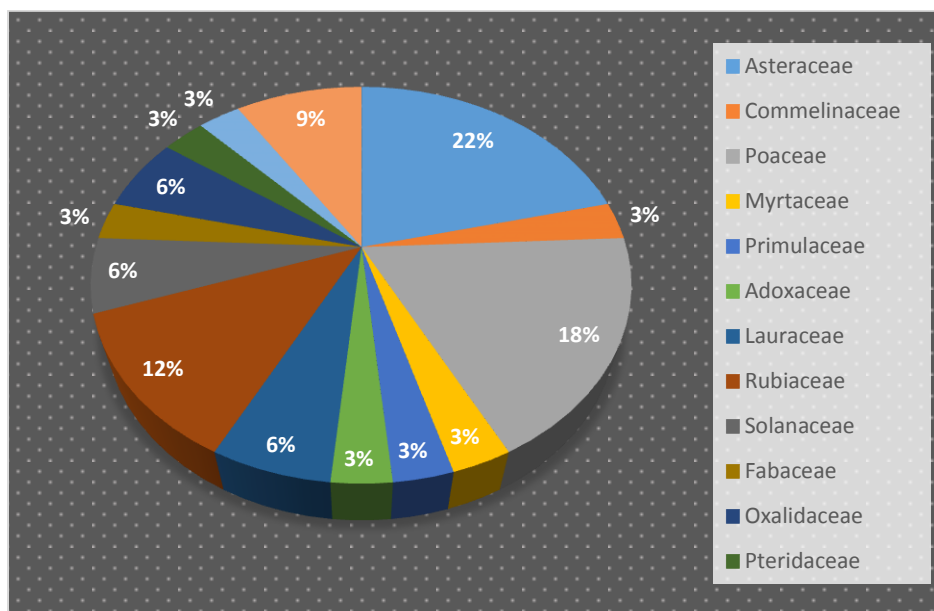


Figura 16. Distribución de especies por familias encontradas dentro de los cuadrantes control

El cuadrante 4 presentó el mayor número de especies de la familia Asteraceae, mientras que el cuadrante 1, el mayor número de especies de la familia Poaceae. Estos dos cuadrantes presentaron la mayor riqueza de especies.

5.3.5.2. Estructura

Crecimiento

El crecimiento de las especies fue alrededor de 5 cm/mes en todos los cuadrantes, aunque el promedio es más alto para las herbáceas; sin embargo, los resultados muestran un crecimiento mayor en el cuadrante 4. Especies del género *Mikania* y los pastos crecen más rápido, seguidas por otras especies herbáceas como *Tibouchina longifolia*, *Aspilia quinquenervis* y *Cinnamomum triplinerve* (Figura 17).

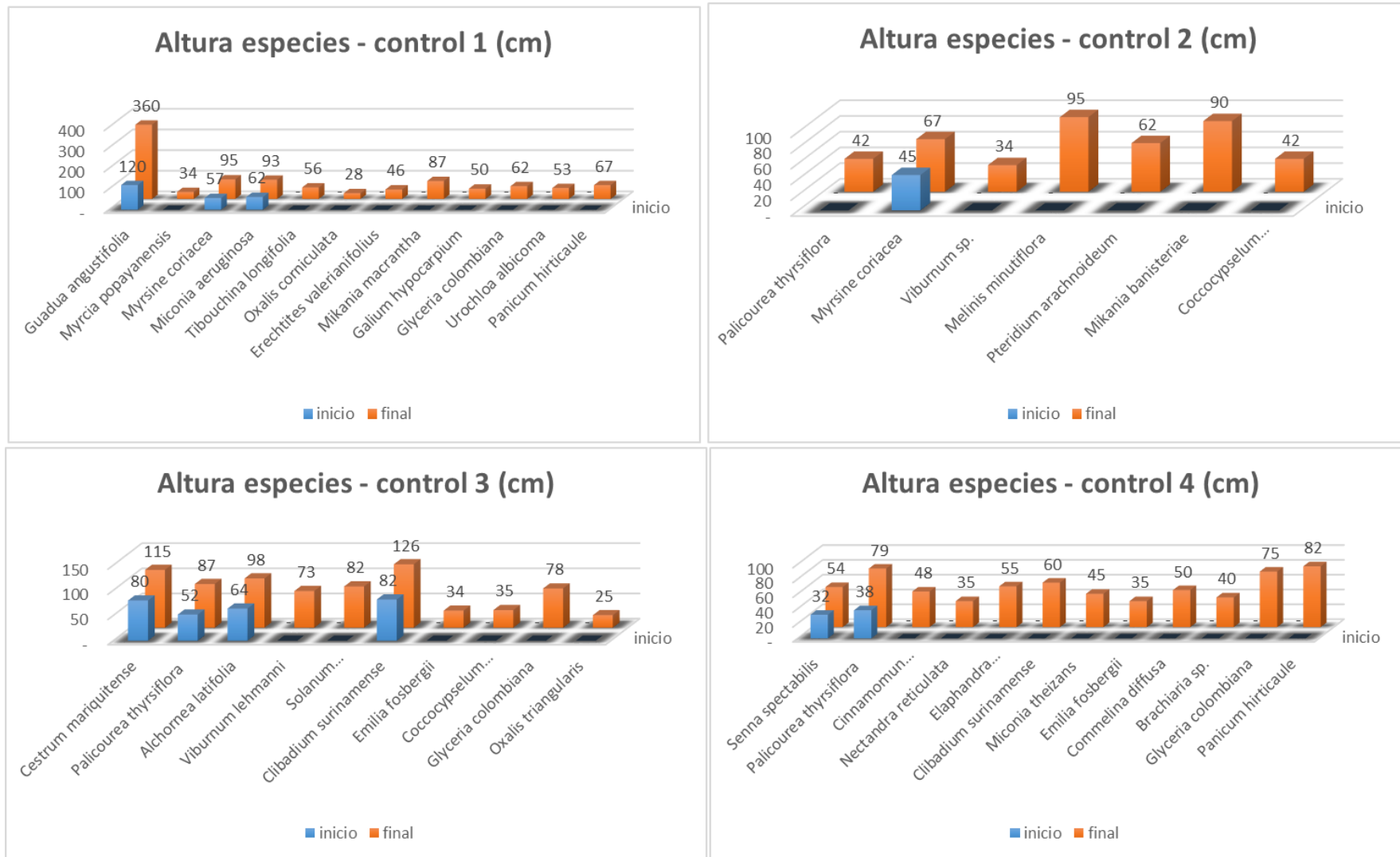


Figura 17. Crecimiento (cm) de la vegetación asociada en los cuadrantes control

En el cuadrante control 3, especies como *V. lehmannii* y *S. aphyodendrom* crecieron alrededor de 15 cm/mes y en el cuadrante control 4, *C. surinamense* y *Elaphandra quinquenervis* casi 12 cm/mes. Que es el promedio al que crecen la mayoría de pastos.

Cobertura

En cuanto a los porcentajes de coberturas registrados dentro de las parcelas control (Figura 18), el más alto lo obtiene *Myrsine coriacea* en el cuadrante 1, esta especie ya era dominante al inicio del montaje experimental, lo que evidencia su capacidad de competencia con las gramíneas, que también registran porcentajes altos de cobertura al final del periodo de monitoreo.

En el cuadrante 2, inicialmente se registraron 4 individuos de una especie arbórea (*Myrsine coriacea*) que ocupaban cerca del 20 % del área y al final el porcentaje alcanzado por esta especie es de 40%, seguida por *M. minutiflora* que cubre casi el 30%, lo que demuestra que es sin duda una especie invasiva que debe controlarse.

El predominio de las especies pioneras se sigue registrando en el cuadrante control 3 y el valor mayor de cobertura lo presenta *P. thyrsiflora*, seguida de *C. surinamense* y otras tres especies (*C. mariquitense*, *A. latifolia* y *V. lehmannii*) que logran valores de cobertura mayores al 15%

Finalmente, en el cuadrante control 4, el mayor porcentaje de cobertura inicial lo ocupaba la especie pionera (*P. thyrsiflora*) y una pequeña porción un individuo de *Senna spectabilis*. Al final *P. thyrsiflora* ocupa una porción equivalente al 25% del área total del cuadrante, seguido por un 18% ocupado por *Elaphandra quinquenervis* y un 15% por *C. surinamense*, el área restante la ocupan las otras siete especies reclutadas.

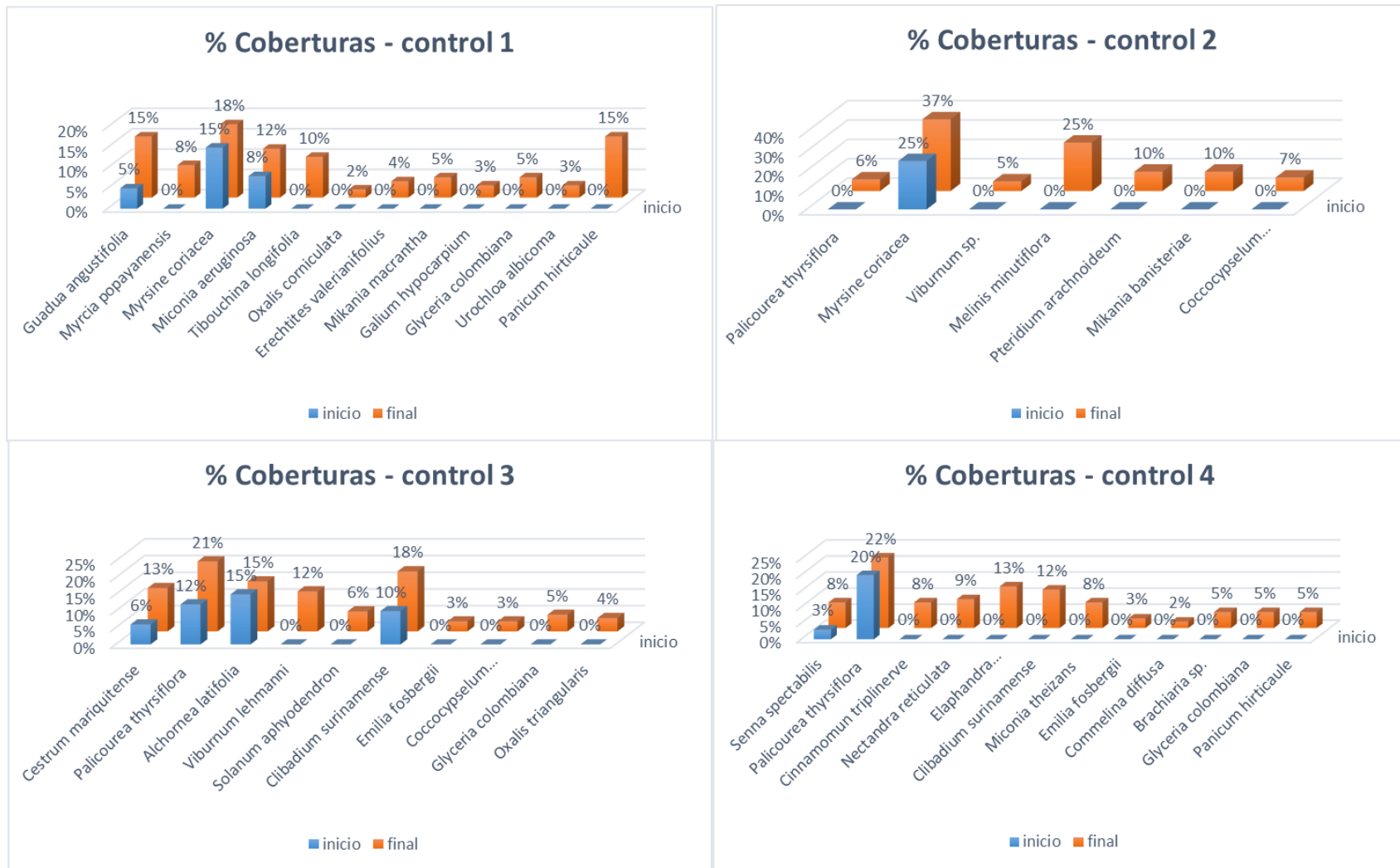


Figura 18. Porcentajes de Coberturas de la vegetación asociada en cuadrantes control

Respecto al reclutamiento de especies, en el cuadrante control 1 se registraron ocho especies nuevas, de las cuales una es arbórea (*M. popayanensis*), otra arbustiva (*Tibouchina longifolia*) y las seis especies restantes herbáceas. En el cuadrante 2 se registraron 5 especies, dos arbustivas (*P. thyrsoiflora* y *Viburnum sp.*) y las tres restantes, herbáceas incluyendo el pasto (*M. minutiflora*) que al inicio se eliminó porque cubría toda el área y está reportada como especie exótica invasiva. En el cuadrante control 3, se registró el reclutamiento de seis especies nuevas, de la cuales dos son del estrato arbustivo (*V. lehmannii* y *Solanum aphyodendrom*), las otras cuatro herbáceas. Finalmente en el cuadrante 4, se registra el reclutamiento de diez especies de los tres estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo). Siendo éste el cuadrante donde se registra el mayor número de especies reclutadas al final del periodo de monitoreo.

En cuanto al hábito de las especies registradas dentro de las parcelas control, fue de 51% hierbas, 34% arbustos y el 15% restante árboles (Anexo E). Y con respecto a la invasibilidad, sólo dos (2) son exóticas invasivas y equivalen a un 5%, el 80% son nativas y el 15% restante corresponde a especies naturalizadas o nativas con carácter invasivo.

6. DISCUSIÓN

Con respecto al primer objetivo planteado, se caracterizó el área en sus componentes biofísico y ambiental, pero se incluyó en el cruce cartográfico la oferta y demanda ambiental según las percepciones de la comunidad como lo plantean Vargas Rios *et al.* (2013). Debido a que no había correspondencia entre el área total del humedal reportada (0.5 ha) en la documentación oficial (CRC 2009) y en estudios previos (Revueltas y Córdoba 2014); el área estimada por la comunidad (20 ha) y el área georreferenciada en los recorridos (5.5 ha); se hizo la zonificación que permitió verificar el área real (5.75 ha), establecer las zonas de manejo del humedal y priorizar las áreas a restaurar. También se comprobó que la probabilidad de realizar procesos de conectividad en el área de estudio era alta debido a la presencia de fragmentos de vegetación nativa que sirvieron de ecosistema de referencia Vargas y Mora (2007).

Los fragmentos de bosque se encuentran en regeneración lo cual se evidenció por el predominio de cafetos o cafecillos —*Lacistema aggregatum*, *Chrysochlamys cf. colombiana* y *Psychotria viridis*—; la mayoría en estados juveniles, esto probablemente se deba a la constante entresaca que sufren porque en la vereda se sigue empleando la leña para cocinar en la mayoría de las viviendas. En en la ronda del humedal, predominan especies exóticas invasivas (*Melinis minutiflora*, *Brachiaria sp.* y *Eucalyptus globulus* — en cultivo forestal). Al manejo y favorecimiento de estas especies se les atribuye en parte la desaparición de muchas otras especies nativas en diversas regiones a nivel global (Holl *et al.* 2011). Por esta razón, el área que se priorizó para adelantar las actividades de restauración fue el borde ripario que linda con la finca del aprovechamiento forestal porque

en algunos tramos el bosque de protección era inexistente, no se habían iniciado las nuevas siembras lo que posibilitaba la ampliación de la ronda y había consenso comunitario.

Para lograr el segundo objetivo, en los recorridos se registraron algunas especies pioneras —*Cecropia angustifolia*, *Bocconia frutescens*, *Piper crassinervium*, *Palicourea thyrsoiflora*, *Alchornea latifolia*— creciendo al borde del humedal y compitiendo con las especies exóticas. Así que se seleccionaron las tres primeras, las cuales se rescataron de en medio del cultivo forestal. Dentro de los fragmentos de bosque, sólo se seleccionaron *Oreopanax albanensis* y *Hedyosmum bonplandianum* porque se encontró una buena disponibilidad de propágulos, lograron propagarse bien en el vivero y para el momento del montaje experimental cumplían con los requerimientos de calidad y altura establecidos. Las otras cuatro especies fueron seleccionadas por la comunidad, *Trichanthera gigantea* reconocida como especie para “sembrar agua” y siempre se ha empleado para protección de fuentes de agua; *Erythrina edulis* había disponibilidad de semillas en algunas fincas, su uso como forrajera es reconocido y además como especie que mejora la calidad del suelo; en acciones de manejo y protección del humedal adelantadas anteriormente por la comunidad, se habían empleado Heliconias porque aportan belleza al paisaje y son visitadas por muchos colibríes y *Baccharis nitida* fue colectada por uno de los líderes en otro sector de la vereda al borde de un otro humedal mejor conservado.

El diseño del modelo de intervención para restaurar el bosque protector, se realizó a partir de los resultados alcanzados en los objetivos anteriores y teniendo en cuenta, la relación esfuerzo, costos y tiempo vs resultados esperados planteada por Corbin y Holl (2012); Garzón *et al.* (2014) y Vargas Rios (2008). Por consiguiente, se propuesto aplicar estrategias de restauración pasiva y de restauración activa. Eliminar los tensionantes o barreras a la restauración es la estrategia más económica y dependiendo de las condiciones del ecosistema puede ser efectiva, en este caso no fue tan efectiva, debido a la dificultad de coordinar las jornadas de aislamiento, pero fue exitosa en el montaje de las parcelas de nucleación, fue claro entonces que si no se cuenta con recursos propios, la participación activa de la comunidad es determinante para el logro de las metas propuestas.

Teniendo en cuenta que la información sobre especies dinamizadoras para la restauración es escasa y requiere más investigación (Guerra *et al.* 2014), en este estudio se trató de emplear el mayor número de especies nativas de diferentes estrato para probar su efectividad. En general, las nueve (9) especies seleccionadas mostraron ser efectivas, en especial *Baccharis nitida*, *Cecropia angustifolia* y *Piper crassinervium*, por su fácil propagación en vivero, requerimientos de manejo mínimos, crecimiento rápido, logran follajes densos a corto plazo, existes evidencias de que mejoran las condiciones de suelo y de que facilitan la sucesión natural.

En cuanto al análisis por parcelas no se evidenció barreras que indicaran que el área seleccionada para la restauración del bosque no fuera la adecuada. Además, el

reclutamiento de especies de diferentes estratos y en especial especies como *Oxalis corniculata* y *Erechtites valerianifolius* dentro de las parcelas control parecen ser un buen indicador de la fertilidad del suelo, ya que, como lo indica Ramírez Cifuentes (2016) el registro de la vegetación asociada dentro de las parcelas control sirve como indicador del estado de la restauración ecológica. Por lo tanto, se puede afirmar que como la mayoría de especies registradas fueron nativas y pioneras, el ecosistema se encuentra en un proceso de recuperación de su bosque protector. Por lo tanto, la estrategia de restauración activa propuesta fue efectiva y permitió el logro de la meta propuesta, iniciar un proceso de restauración de bosque protector en la ronda del humedal Las Chozas.

Finalmente, este trabajo constituye uno de los primeros intentos de implementación experimental de un plan de restauración ecosistémica en uno de los humedales priorizados por la CRC en el municipio de Popayán, incorporando gestión institucional y participación comunitaria durante toda la ejecución del proyecto. La restauración como lo indica Vargas (2011), es un eje transversal que requiere diferentes líneas para ser exitosa, entre las que se cuenta el proceso investigativo y la educación ambiental que busca crear conciencia colectiva al visualizar la problemática ambiental local y que los actores involucrados propongan alternativas de mejoramiento con base al reconocimiento de las potencialidades de los ecosistemas estratégicos. En este sentido, la caracterización del área de estudio permitió evidenciar algunos conflictos por uso proyectado del suelo que en caso de no solucionarse, podrían afectar la planificación y consolidación del humedal Las Chozas como una zona de reserva que pueda sustentar los proyectos de turismo ecológico que la comunidad tiene proyectados. De esta manera, el plan implementado abrió un espacio de interacción, discusión y reflexión entre comunidad e instituciones que a futuro se espera consolidar.

7. CONCLUSIONES

- La Zonificación para el manejo ambiental del humedal Las Chozas, permitió determinar que el área potencial a restaurar es de 6.3 ha en la ronda hídrica equivalente al 10% del área total, donde se deben adelantar acciones de aislamiento y enriquecimiento vegetal.
- Fueron seleccionadas *B. nitida*, *C. angustifolia*, *E. edulis*, *H. latispatha*, *O. albanensis*, *T. gigantea*, *H. bomplandianum* y *P. crassinervium*, de las 18 especies vegetales nativas evaluadas por cumplir con todos los criterios de potencialidad para restaurar el área.
- El aislamiento de la ronda y parches de bosque se logró de manera parcial en la hectárea priorizada, mientras que el establecimiento de las parcelas de nucleación fue efectiva en el desarrollo inicial de las especies sembradas en especial *B. nitida*, *C. angustifolia* y *P. crassinervium*.

- La participación comunitaria y el apoyo institucional son determinantes para el buen desarrollo de los proyectos de restauración. Existen prevenciones sobre el papel institucional, pero en este caso se demostró que es posible superar estas barreras.
- El plan piloto implementado constituye un espacio de aprendizaje que puede ser referenciado como complemento en actividades de educación ambiental para otras comunidades y por supuesto, para los semilleros de investigación en las líneas de biología vegetal, botánica y restauración de ecosistemas.

8. RECOMENDACIONES

- Ya que se cuenta con un área de más de 6 ha destinada a la restauración en el Humedal Las Chozas, se recomienda continuar fortaleciendo el proceso de con la aplicación de nuevos proyectos que permitan escalar el plan piloto implementado.
- Hacer un seguimiento más detallado a las especies potenciales en la fase de vivero para poder cualificar las técnicas y protocolos de propagación y ampliar el número de especies nativas seleccionadas.
- Es necesario continuar con el monitoreo a través del tiempo para obtener resultados más sólidos. Esta es una etapa fundamental en procesos de restauración porque permite validar las técnicas de restauración implementadas y de esta manera comprobar la efectividad alcanzada en el proyecto.
- Se requiere fortalecer la participación comunitaria que permita un mayor compromiso para posibilitar la sostenibilidad de los proyectos y la protección del humedal.

9. BIBLIOGRAFIA

- Alexander, S. & McInnes, R. (2012). Los beneficios de restauración de humedales. *Notas de Información Científica y Técnica de Ramsar*, 1-22.
- Andrade, A., Rivera, M., Caicedo, D. & Camargo, L. (2002). Política Nacional para humedales interiores de Colombia. *Estrategias para su conservación y uso racional*. Ministerio del Medio Ambiente.
- Aponte, C., Cadena-Marín, E.A., Peláez, S., Jaramillo Villa, Ú., Cortés-Duque, J., Rojas, S. *et al.* (2015). Colombia anfibia. Un país de humedales. Volumen I.
- Barrera, J.I. (2010). *Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del distrito capital*. Pontificia Univ. Javeriana, Bogotá.
- Celentano, D., Zahawi, R.A., Finegan, B., Casanoves, F., Ostertag, R., Cole, R.J. *et al.* (2011). Restauración ecológica de bosques tropicales en Costa Rica: efecto de varios modelos en la producción, acumulación y descomposición de hojarasca. *Revista de Biología Tropical*, 59, 1323-1336.
- Clewell, A., Aronson, J. & Winterhalder, K. (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. *Sociedad Internacional para la restauración ecológica*. Tucson, Arizona, Estados Unidos de América.
- Corbin, J.D. & Holl, K.D. (2012). Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management*, 265, 37-46.
- CRC (2009). Plan de manejo del complejo de humedales de la Meseta de Popayán. Corporación Autónoma Regional del Cauca.
- CRC (2012). Informe de los humedales georreferenciados del Departamento del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Cauca Popayán, p. 152.
- Garzón, N.V., Córdoba, M.P. & Gutiérrez, J.C. (2014). Construcción participativa de estrategias de restauración ecológica en humedales del Magdalena Medio, Colombia: una herramienta para el ordenamiento ambiental territorial. *Biota Colombiana*, 15.
- Guerra, G., Montoya, G.E., Martínez, J. & Giraldo, J.A. (2014). Viveros de Especies Nativas para la zona cafetera de Colombia. (ed. Colombia, FNdCd). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia Bogotá. Colombia, p. 38.
- Holl, K.D. & Aide, T.M. (2011). When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management*, 261, 1558-1563.
- Holl, K.D., Zahawi, R.A., Cole, R.J., Ostertag, R. & Cordell, S. (2011). Planting Seedlings in Tree Islands Versus Plantations as a Large- Scale Tropical Forest Restoration Strategy. *Restoration Ecology*, 19, 470-479.
- Jarro, E. (2004). Guía Técnica para la restauración de Rondas y Nacederos del Distrito Capital. *DAMA. Alcaldía Mayor de Bogotá*.
- Lopez, A., Espinosa, R., Lentijo, G. & Botero, J. (2013). Herramientas de manejo del paisaje para la conservación de la biodiversidad.
- Mahecha Vega, G.E., Barrero Barrero, D., Camelo Salamanca, D., Ovalle Escobar, A. & Roza Fernández, A. (2017). Vegetación del territorio CAR 450 especies de sus llanuras y montañas.
- Montenegro, A.L., Parra, Y.A.A., Mendivelso-Ch, H.A. & Vargas, O. (2006). Potencial del banco de semillas en la regeneración de la vegetación del humedal Jaboque, Bogotá, Colombia. *Caldasia*, 28, 285 - 306.

- Montenegro, A.L. & Vargas, O. (2008). Atributos vitales de especies leñosas en bordes de bosque altoandino de la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 56, 705-720.
- Murcia, C. & Guariguata, M.R. (2014). *La restauración ecológica en Colombia: tendencias, necesidades y oportunidades*. CIFOR.
- Peña, M.L.M., Espinosa, A.D. & Ríos, O.V. (2012). *Protocolo de propagación de plantas hidrófilas y manejo de viveros para la rehabilitación ecológica de los parques ecológicos distritales de humedal*. Alcaldía Mayor de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.
- Ramírez, B., Macias, D. & Varona, G. (2008). Potencialidades de la flora andina. 100 plantas útiles del macizo colombiano. Universidad del Cauca.[Links].
- Ramírez Cifuentes, D.A. (2016). Análisis Comparativo de Arreglos Florísticos Utilizados en Módulos de Restauración. In: *Ingeniería Forestal*. Universidad distrital, p. 141.
- Ramsar, C.d. (1971). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. *Ramsar*, 2, 1971.
- Ramsar, O.d.I.C. (2000). Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. In: *Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza*.
- Reis, A., Bechara, F.C. & Tres, D.R. (2010). Nucleation in tropical ecological restoration. *Scientia Agricola*, 67, 244-250.
- Revueltas, O. & Córdoba, N. (2014). Evaluación ambiental del humedal las chozas en el área urbano-rural del municipio de Popayán. Universidad de San Buenaventura, p. 106.
- Salamanca, B. & Camargo, G. (2000). Protocolo distrital de restauración ecológica. *Convenio DAMA–Fundación Bachaqueros, Bogotá*.
- Spray, S.L. & McGlothlin, K.L. (2004). *Wetlands*. Rowman & Littlefield Publishers, Lanham.
- Vargas, J.O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta biológica colombiana*, 16, 221-246.
- Vargas, O. & Mora, F. (2007). La restauración ecológica, su contexto, definiciones y dimensiones. *Estrategias para la restauración ecológica del bosque Alto andino. Colombia*, 14-32.
- Vargas Rios, O. (2008). *Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino : el caso de la reserva forestal municipal de Cogua, Cundinamarca*. 2. edn. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá, Colombia.
- Vargas Rios, O., Rodriguez, A., Franco, L. & León, O. (2013). Plan de restauración ecológica participativa en la microcuenca del río Chisacá. Grupo de restauración ecológica Universidad Nacional de Colombia, p. 127.
- Vargas, W.G. (2002). *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Universidad de Caldas.
- Zahawi, R.A., Holl, K.D., Cole, R.J. & Reid, J.L. (2013). Testing applied nucleation as a strategy to facilitate tropical forest recovery. *Journal of Applied Ecology*, 50, 88-96.

exo A . Inventario florístico de la vegetación encontrada en bordes riparios y fragmentos en el Humedal Las Chozas

Nº	Especie	Familia	Nombre común	Estrato	Nº	Especie	Familia	Nombre común	Estrato
1	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	Euphorbiaceae	Gargantillo	Arbóreo	27	<i>Equisetum</i> sp.	Equisetaceae	-	Herbáceo
2	<i>Allophylus myrianthus</i> Radlk.	Sapindaceae	-	Arboreo	28	<i>Erechtites valerianifolia</i> (Link ex Wlof) Lees. Ex DC.	Asteraceae	-	Herbáceo
3	<i>Anthurium</i> sp.	Araceae	Anturio de monte	Herbáceo	29	<i>Erythrina edulis</i> Posada-Ar.	Fabaceae	Chachafuto	Arbustivo
4	<i>Elaphandra quinquenervis</i> (S.F. Blake) H. Rob.	Asteraceae	-	Arbustivo	30	<i>Escallonia paniculata</i> (Ruiz & Pav.)	Grossulariaceae	Chilco colorado	Arboreo
5	<i>Baccharis inamoena</i> Gardner	Asteraceae	-	Arbustivo	31	<i>Etilingera elatior</i> (Jack) R.M.Sm.	Zingiberaceae	Bastón de rey	Herbáceo
6	<i>Baccharis nitida</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Asteraceae	Chilca blanca	Arbustivo	32	<i>Frangula sphaerosperma</i> (Sw.) Kartesz & Gandhi	Rhamnaceae	-	Arboreo
7	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Achiote	Arbustivo	33	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. Ex Griseb.	Rubiaceae	-	Herbáceo
8	<i>Bocconia frutescens</i> L.	Papaveraceae	Trompeta	Arbustivo	34	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Poaceae	Guadua	Herbáceo
9	<i>Brachiaria</i> sp.	Poaceae	Pasto	herbáceo	35	<i>Hedychium coronarium</i> J. Koenig	Zingiberaceae	Jazmín de río	Herbáceo
10	<i>Browallia americana</i> L.	Solanaceae	-	Herbáceo	36	<i>Hedyosmum bonplandianum</i> kunth	Chloranthaceae	Silbador	Arboreo
11	<i>Cecropia angustifolia</i> Trécul	Urticaceae	Yarumo	Arbóreo	37	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Tiliaceae	Balso blanco	Arboreo
12	<i>Cestrum mariquitense</i> Kunth	Solanaceae	Jazmín de monte	Arbustivo	38	<i>Heliconia latispatha</i> Benth.	Heliconiaceae	Platanilla	Herbáceo
13	<i>Chrysochlamys weberbaueri</i> Engl.	Clusiaceae	Chagualo/cafeto	Arboreo	39	<i>Heliconia wagneriana</i> Petersen	Heliconiaceae	Platanilla	Herbáceo
14	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.)	Lauraceae	Laurel pajarito	Arbustivo	40	<i>Hyptis pectinata</i> (L.) Poit.	Lamiaceae	-	Herbáceo
15	<i>Clibadium surinamense</i> L.	Asteraceae	Reventador	Arbustivo	41	<i>Inga densiflora</i> Benth.	Fabaceae	Guamo	Arboreo
16	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Rubiaceae	-	Herbáceo	42	<i>Juncus effusus</i> L.	Juncaceae	Junco	Herbáceo
17	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	Commelinaceae	-	Herbáceo	43	<i>Juncus procerus</i> E. Mey.	Juncaceae	Junco	Herbáceo
18	<i>Conyza bonariensis</i> L.	Asteraceae	-	Herbáceo	44	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Morupacha	Arbustivo
19	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae	Nogal	Arboreo	45	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius) Rusby	Lacistemataceae	Cafecillo	Arboreo
20	<i>Chupea strigulosa</i> Kunth	Lythraceae	-	Herbáceo	46	<i>Lepechinia bullatam</i> (Kunth) Epling	Lamiaceae	Salvia	Arbustivo
21	<i>Clusia ellipticifolia</i> Cuatrec.	Clusiaceae	Cucharo	Arboreo	47	<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	Anacardiaceae	Manzanillo	Arboreo
22	<i>Croton hibiscifolius</i> Kunth ex Spreng.	Euphorbiaceae	Sangregado	Arboreo	48	<i>Megaskopasma erythrochlamys</i> Lindau	Acanthaceae	Nacadero ornamental	Arbustivo
23	<i>Cyperus papyrus</i> L.	Cyperaceae	-	Herbáceo	49	<i>Melinis minutiflora</i> P. B	Poaceae	Pasto	Herbáceo
24	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	-	Herbáceo	50	<i>Meriania</i> sp.	Melastomataceae	Siete cueros	Arbustivo
25	<i>Cyperus sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kük.	Cyperaceae	-	Herbáceo	51	<i>Miconia aeruginosa</i> Naudin	Melastomataceae	Mortiño	Arbustivo
26	<i>Glyceria colombiana</i> Gir.-Cañas	Poaceae	-	Herbáceo	52	<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn.	Melastomataceae	Mortiño	Arbustivo

N°	Especie	Familia	Nombre común	Estrato	N°	Especie	Familia	Nombre común	Estrato
53	<i>Mikania banisteriae</i> DC.	Asteraceae	Enredadera	Herbáceo	79	<i>Renealmia</i> sp.	Zingiberaceae	-	Herbáceo
54	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	Asteraceae	Enredadera	Herbáceo	80	<i>Richardia scabra</i> L.	Rubiaceae	-	Herbáceo
55	<i>Mimosa albida</i> Willd.	Fabaceae	Guarango	Arbustivo	81	<i>Ricinus communis</i> L.	Euforbiaceae	Higuerilla	Arbustivo
56	<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	Myrtaceae	Arrayan	Arboreo	82	<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	Cyperaceae	Pasto	Herbáceo
57	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. Ex Roem. & Schult.	Primulaceae	Garrocho	Arboreo	83	<i>Rubus urticifolius</i> Poir.	Rosaceae	Mora común	Arbustivo
58	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Primulaceae	Cucharo blanco	Arboreo	84	<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	Lamiaceae	-	Herbáceo
59	<i>Nectandra reticulata</i> Mez	Lauraceae	Jigua	Arboreo	85	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Poaceae	Caña forrajera	Herbáceo
60	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Solanaceae	Tabaco	Herbáceo	86	<i>Sambucus peruviana</i> Kunth	Caprifoliaceae	Sauco	Arboreo
61	<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	Aguacatillo	Arboreo	87	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	Galvis	Arboreo
62	<i>Oreopanax albanensis</i> Cuatrec.	Araliaceae	Mano de oso	Arboreo	88	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	Escoba	Herbáceo
63	<i>Oryctanthus alveolatus</i> (Kunth) Kuijt	Loranthaceae	Matapalo	Arbustivo	89	<i>Sisyrinchium macranthum</i> Griseb.	Iridaceae	-	Herbáceo
64	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidaceae	Trebol rojo	Herbáceo	90	<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	Solanaceae	-	Arbustivo
65	<i>Oxalis trinagularis</i> A. St.-Hil.	Oxalidaceae	Trebol	Herbáceo	91	<i>Solanum umbellatum</i> Mill.	Solanaceae	-	Arbustivo
66	<i>Oxypetalum cordifolium</i> (Vent.) Schltr.	Apocynaceae	-	Herbáceo	92	<i>Spermacoce tenuior</i> L.	Rubiaceae	-	Herbáceo
67	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	Azulejo	Arbustivo	93	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	Verbenaceae	Verbena	Herbáceo
68	<i>Panicum hirticaule</i>	Poaceae	Pasto	Herbáceo	94	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Aiston	Myrtaceae	Pomorroso	Arboreo
69	<i>Piper crassinervium</i> Kunth	Piperaceae	Cordoncillo	Arbustivo	95	<i>Tibouchina grandiflora</i> Cogn.	Melastomataceae		Arbustivo
70	<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae		Arbustivo	96	<i>Tibouchina longifolia</i> (Vahl) Baill.	Melastomataceae	Sanjuanito	Arbustivo
71	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae	Desvanecedora	Arbustivo	97	<i>Thelypteris</i> sp.	Thelypteridaceae	Helecho	Herbáceo
72	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Phyllanthaceae	-	Herbáceo	98	<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. & Bonpl.) Nees	Acanthaceae	Nacedero común	Arboreo
73	<i>Polygala paniculata</i> L.	Polygalaceae	-	Herbáceo	99	<i>Triunfetta lappula</i> L.	Malvaceae	Cadillo	Arbustivo
74	<i>Psychotria viridis</i> (Ruiz & Pav.)	Rubiaceae	Cafeto /Cafecillo	Arboreo	100	<i>Typha angustifolia</i> L.	Juncaceae	Junco	Herbáceo
75	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Guayaba	Arbustivo	101	<i>Verbena litoralis</i> Kunth	Verbenaceae	Verbena	Herbáceo
76	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Myrtaceae	Guayabilla	Arbustivo	102	<i>Viburnum lehmannii</i> Killip & A.C. Sm.	Adoxaceae	Sauco	Arbustivo
77	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Dennstaedtiaceae	Helecho marranero	Herbáceo	103	<i>Viburnum</i> sp.	Adoxaceae	Sauco	Arbustivo
78	<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	Asteraceae	Carqueja	Herbáceo	104	<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Fabaceae	Cargadita	Herbáceo

Anexo B. Matriz de criterios para la evaluación de las especies dinamizadoras seleccionadas para la restauración de bosque protector en el humedal Las Chozas

Características generales especies potenciales				Matriz de criterios de selección de especies potenciales																				
Especie	Hábito	Tipo	Código	Criterio	Valoración cualitativa	Escala	Especies																	
							E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18
<i>Baccharis nitida</i>	Arbusto	Pionera intermedia	E1	Amplitud de copa	Escasa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Media	2	2	2	2	0	2	0	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
					Amplia	3	0	0	0	3	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bocconia frutescens</i>	Arbusto	Pionera intermedia	E2	Tasa de crecimiento	Bajo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Medio	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0
					Alto	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	0	3	0	3	3	3	0	3
<i>Cecropia angustifolia</i>	Arbol	Pionera intermedia	E3	zonas de humedad	Seca	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
					Húmeda	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
					Muy húmeda	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Chrysochlamys weberbaueri</i>	Arbol	Pionera intermedia	E4	Distribución altitudinal	Cálido	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Templado	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
					Frio	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clusia ellipticifolia</i>	Arbol	Pionera intermedia	E5	Requerimiento lumínico	Bajo	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
					Medio	2	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2	2	2	2	0	2
					Alto	3	3	3	3	0	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	0	0	0	0
<i>Erythrina edulis</i>	Arbusto	Pionera intermedia	E6	Función ecológica	Diversidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
					Refugio + Alimento	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
					Restauración	3	3	3	3	0	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
<i>Escallonia paniculata</i>	Arbol	Pionera intermedia	E7	Formas de dispersión	una	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
					dos	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
					varias	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Hedyosmum bomplandianum</i>	Arbol	Sucesion avanzada	E8	Disponibilidad en vivero	Baja <=10	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
					Media 10 -100	2	0	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0
					Alta >=100	3	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	3
<i>Heliconia latispatha</i>	Hierba	Cultivada	E9	Usos	uno	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					dos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					varios	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Heliocarpus americanus</i>	Arbol	Pionera intermedia	E10																					
<i>Lacistema aggregatum</i>	Arbol	Pionera intermedia	E11																					
<i>Megaskopasma erythrochlamys</i>	Arbusto	Cultivada	E12																					
<i>Myrcia popayanensis</i>	Arbol	Sucesion avanzada	E13																					
<i>Oreopanax albanensis</i>	Arbol	Pionera intermedia	E14																					
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	Arbusto	Pionera intermedia	E15																					
<i>Piper crassinervium</i>	Arbusto	Pionera intermedia	E16																					
<i>Psychotria viridis</i>	Arbusto	Pionera intermedia	E17																					
<i>Trichanthera gigantea</i>	Arbol	Cultivada	E18																					
Total valoración						54	34	31	30	25	26	34	26	31	30	28	25	30	28	29	27	30	23	30

Potencial: Bajo (<=19); Medio (20-29); Alto (>= 30). En azul celeste el criterio más importante. Fuente: Adaptado de Zúñiga (2015)

Anexo C. Formato de recolección de datos para el seguimiento de las especies plantadas

Consolidado parcela 1; Coordenadas: 2° 27'17.8"N ; 76°39'4.8"O ; altura: 1718 msnm																															
N°	Posición			Nombre científico		Altura (cm)					Cobertura D1 (cm)					Cobertura D2 (cm)					Sobrevivencia (Vivo 1, Muerto 0)					Estado Fitosanitario (Bueno, Regular, Malo)					
	x	y	código	Familia	Especie	oct	nov	dic	ene	feb	oct	nov	dic	ene	feb	oct	nov	dic	ene	feb	oct	nov	dic	ene	feb	oct	nov	dic	ene	feb	
1	1	6	E1	Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i>	30	35	43	51	67	19	23	26	28	36	23	26	32	35	39	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
2	1	4	E1	Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i>	35	43	47	51	57	24	29	32	37	42	18	23	27	32	38	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
3	5	5	E1	Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i>	33	40	53	68	75	17	22	28	33	37	18	13	18	23	26	1	1	1	1	1	1	B	R	R	R	R
4	5	3	E1	Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i>	32	39	45	49	55	22	25	29	32	38	18	24	28	35	41	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
5	6	4	E1	Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i>	35	48	59	77	83	24	28	35	41	47	26	35	41	46	52	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
6	9	3	E1	Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i>	32	35	39	48	55	19	24	29	35	41	19	25	30	34	38	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
7	9	5	E1	Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i>	34	34	33	30	-	16	15	13	10	-	17	16	13	11	-	1	1	1	1	1	0	B	B	R	R	M
8	11	4	E1	Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i>	30	36	41	45	51	17	23	25	28	39	16	24	27	33	38	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
9	12	6	E1	Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i>	35	41	47	52	57	18	27	32	36	39	21	25	31	37	42	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
10	13	4	E1	Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i>	30	35	50	70	74	16	24	30	37	42	23	27	31	38	44	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
11	6	2	E2	Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	36	40	43	48	58	18	21	27	32	38	23	25	31	36	43	1	1	1	1	1	1	R	R	R	B	B
12	6	6	E2	Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	32	30	-	-	-	18	17	-	-	-	19	13	-	-	-	1	1	0	0	0	0	R	R	M	M	M
13	7	4	E2	Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	34	35	35	38	45	25	31	36	38	41	23	25	32	38	44	1	1	1	1	1	1	R	R	B	B	B
14	11	5	E3	Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	30	30	-	-	-	21	19	-	-	-	23	20	-	-	-	1	1	0	0	0	0	R	R	M	M	M
15	7	5	E3	Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia</i>	30	32	37	43	54	19	22	24	26	35	21	23	25	29	37	1	1	1	1	1	1	B	R	R	B	B
16	8	1	E3	Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia</i>	209	218	223	231	240	28	36	42	46	54	23	24	27	28	49	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
17	11	1	E3	Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia</i>	120	130	138	146	153	50	62	70	83	95	67	71	78	85	91	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
18	1	5	E6	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	34	36	40	78	82	28	37	39	42	54	27	39	42	49	55	1	1	1	1	1	1	B	R	R	B	B
19	3	4	E7	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	35	40	46	55	68	25	29	37	41	50	28	35	38	43	48	1	1	1	1	1	1	B	B	R	R	R
20	7	2	E6	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	32	41	47	65	74	26	28	34	42	54	27	33	38	44	51	1	1	1	1	1	1	B	R	R	B	B
21	8	4	E6	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	38	34	31	-	-	27	42	35	-	-	26	39	31	-	-	1	1	1	0	0	0	B	B	R	M	M
22	10	3	E6	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	30	35	40	65	71	26	30	34	38	45	23	25	33	42	47	1	1	1	1	1	1	B	R	R	B	B
23	10	6	E6	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	35	42	58	70	79	30	36	42	48	52	27	26	29	34	50	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
24	12	5	E6	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	38	45	57	68	75	28	39	44	47	59	30	48	51	56	62	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
25	13	3	E6	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	42	54	58	75	82	29	45	49	54	58	28	46	49	53	59	1	1	1	1	1	1	B	R	R	B	B
26	2	4	E7	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	32	38	43	51	58	21	39	41	43	55	24	40	47	52	56	1	1	1	1	1	1	B	R	B	R	R
27	8	3	E8	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	30	32	36	35	-	17	19	21	18	-	19	20	22	19	-	1	1	1	1	0	0	B	R	R	R	M
28	13	5	E8	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	30	32	32	29	-	15	14	13	9	-	17	15	13	10	-	1	1	1	0	0	0	B	R	R	M	M
29	2	6	E9	Heliconiaceae	<i>Heliconia latispatha</i>	42	44	46	47	49	11	18	21	27	31	14	13	16	18	27	1	1	1	1	1	1	R	R	R	B	B
30	4	6	E9	Heliconiaceae	<i>Heliconia latispatha</i>	50	54	59	61	64	14	16	19	22	26	12	14	15	19	35	1	1	1	1	1	1	R	R	R	B	B
31	8	6	E9	Heliconiaceae	<i>Heliconia latispatha</i>	45	42	35	-	-	13	10	-	-	-	14	11	-	-	-	1	1	0	0	0	0	R	R	R	M	M
32	11	6	E9	Heliconiaceae	<i>Heliconia latispatha</i>	35	37	39	42	45	14	16	17	19	21	13	15	16	19	29	1	1	1	1	1	1	R	R	R	B	B
33	5	4	E14	Araliaceae	<i>Oreopanax albanensis</i>	32	30	31	32	38	19	21	25	32	41	20	22	24	25	35	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
34	10	5	E14	Araliaceae	<i>Oreopanax albanensis</i>	30	31	32	33	39	18	21	24	29	34	22	27	32	36	42	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
35	2	5	E16	Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i>	33	36	45	51	57	17	27	32	36	29	16	19	21	25	30	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
36	6	3	E16	Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i>	30	32	36	43	49	19	23	25	29	32	17	19	22	27	34	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
37	9	1	E16	Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i>	35	37	45	51	59	18	27	32	36	41	17	22	26	30	36	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
38	9	4	E16	Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i>	34	37	45	54	60	23	33	34	36	41	27	34	36	39	43	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
39	11	3	E16	Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i>	39	46	49	51	57	24	35	39	43	45	28	34	37	42	42	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
40	12	4	E18	Acanthaceae	<i>Piper crassinervium</i>	32	35	38	40	46	19	24	31	38	42	26	32	37	40	40	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
41	4	5	E18	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	105	112	120	129	140	42	47	56	65	73	54	62	67	73	77	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
42	6	1	E18	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	30	35	41	47	54	21	25	28	31	34	21	24	28	32	36	1	1	1	1	1	1	B	R	R	R	B
43	9	2	E18	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	100	115	120	130	136	38	49	58	65	74	54	60	65	71	79	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
44	10	4	E18	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	35	38	43	46	54	24	29	36	44	53	27	33	39	44	50	1	1	1	1	1	1	B	R	R	B	B
45	12	2	E18	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	72	77	84	90	95	39	47	52	59	65	34	39	47	52	59	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B
46	13	1	E18	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	50	56	58	72	77	54	66	78	86	95	63	76	85	93	102	1	1	1	1	1	1	B	B	B	B	B

Anexo D. Registro de vegetación asociada en parcelas control dentro de cada parcela experimental

N° parcela control	Nombre científico		N° individuos x parcela	Origen/invasibilidad	Hábito (arbol, arbusto, hierba)
	Familia	Especie			
1	Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	1	nativa	h
	Myrtaceae	<i>Myrcia popayanensis</i>	1	nativa	a
	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	3	nativa	a
	Melastomataceae	<i>Miconia aeruginosa</i>	1	nativa	r
	Melastomataceae	<i>Tibouchina longifolia</i>	1	nativa	r
	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	1	naturalizada/invasiva	h
	Asteraceae	<i>Erechtites valerianifolius</i>	4	nativa	h
	Asteraceae	<i>Mikania macrantha</i>	1	nativa/invasiva	h
	Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i>	1	nativa	h
	Poaceae	<i>Glyceria colombiana</i>	1	nativa	h
	Poaceae	<i>Urochloa albicoma</i>	1	nativa	
	Poaceae	<i>Panicum hirticaule</i>	1	nativa	h
	2	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	2	nativa
Primulaceae		<i>Myrsine coriacea</i>	4	nativa	a
Adoxaceae		<i>Viburnum sp.</i>	1	nativa	r
Poaceae		<i>Melinis minutiflora</i>	1	exótica /invasiva	h
Pteridaceae		<i>Pteridium arachnoideum</i>	4	naturalizada/invasiva	h
Asteraceae		<i>Mikania banisteriae</i>	1	nativa/invasiva	h
Rubiaceae		<i>Coccocypselum lanceolatum</i>	3	nativa	h
3	Solanaceae	<i>Cestrum mariquite</i>	2	nativa	r
	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	3	nativa	r
	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i>	2	nativa	a
	Adoxaceae	<i>Viburnum lehmanni</i>	1	nativa	r
	Solanaceae	<i>Solanum aphyodendron</i>	1	nativa	r
	Solanaceae	<i>Clibadium surinamense</i>	2	nativa	r
	Rubiaceae	<i>Coccocypselum lanceolatum</i>	3	nativa	h
	Poaceae	<i>Glyceria colombiana</i>	1	nativa	h
	Oxalidaceae	<i>Oxalis triangularis</i>	1	nativa	h
4	Fabaceae	<i>Senna spectabilis</i>	1	nativa	a
	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	6	nativa	r
	Lauraceae	<i>Cinnamomun triplinerve</i>	1	nativa	r
	Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	1	nativa	a
	Asteraceae	<i>Elaphandra quinquenervis</i>	2	nativa	r
	Asteraceae	<i>Clibadium surinamense</i>	3	nativa	r
	Melastomataceae	<i>Miconia theizans</i>	1	nativa	r
	Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	1	nativa	h
	Poaceae	<i>Brachiaria sp.</i>	1	exótica /invasiva	h
	Poaceae	<i>Glyceria colombiana</i>	1	nativa	h
	Poaceae	<i>Panicum hirticaule</i>	1	nativa	h