

Caracterización ambiental y formulación del plan de
recuperación ecológica
de La Montaña, predio ubicado en la región noroccidental del
Valle de Aburrá.

Estudiante
María del Carmen Santa Montoya

Director(es)
Estela María Quintero Vallejo PhD

Trabajo de Grado
En la modalidad de *Investigación*

Programa de Ecología
Universidad CES
Medellín
Noviembre 2022

21 de noviembre de 2022.

Se informa que la estudiante **María del Carmen santa Montoya** identificada con cédula: No. 1039472265 ha concluido de manera satisfactoria su trabajo de grado titulado **“Caracterización ambiental y formulación del plan de recuperación ecológica de La Montaña, predio ubicado en la región noroccidental del Valle de Aburrá.”**

En calidad de **director(es)** del proyecto en mención, y luego de haber revisado con detalle y alto rigor científico y académico el presente documento final, se aprueba este trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de **Ecóloga**.



Estela María Quintero Vallejo
Cédula: 43612238
Docente
Facultad de ciencias y biotecnología
Universidad CES

Caracterización ambiental y formulación del plan de recuperación ecológica de La Montaña, predio ubicado en la región noroccidental del Valle de Aburrá.

María del Carmen santa Montoya

Resumen

Introducción. Con el tiempo, las actividades antrópicas realizadas en los ecosistemas de montaña han acumulado efectos negativos sobre el funcionamiento del sistema afectando los servicios ecosistémicos que nos ofrecen. La importancia de mantener estos ecosistemas sanos ha hecho que hoy en día se afronten estas problemáticas desde diferentes enfoques. En nuestro caso, por medio de la elaboración de una propuesta de recuperación ecológica para el predio “La Montaña”, corregimiento de San Cristóbal, Medellín, se busca recuperar la estructura de un ecosistema de bosque andino y reanudar algunos procesos interrumpidos de la zona.

Métodos. Partimos de un diagnóstico ambiental que nos permitió evaluar el mayor número posible de elementos bióticos y abióticos que identificamos como disturbio, funcionan como barreras o que pueden ser potenciales para una recuperación ecológica. Presentamos diferentes estrategias de recuperación ecológica dependiendo de las características externas como internas de las coberturas existente en La Montaña. Además, nos basamos en características generales del ecosistema de referencia.

Resultados, Discusión. En el plan de recuperación se eliminarán las especies invasoras y se plantarán árboles para eliminar los disturbios, mejorar los suelos, crear nuevos hábitats. Adicionalmente se promoverá la regeneración natural aprovechando coberturas de bosque secundario y fauna dispersora presente en el predio. Adicionalmente, se plantea un plan de monitoreo para conocer los resultados de las estrategias propuestas.

Conclusiones Con esta propuesta se procurará que todas las decisiones que involucren al predio sean tomadas basadas en las características ecológicas de este.

Palabras clave: Diagnóstico ambiental, bosque andino, restauración ecológica, manejo de ecosistemas.

Nota sobre formato del trabajo de grado

El siguiente trabajo se presenta como un artículo científico, formateado de acuerdo a las instrucciones para autores de la revista **CALDESIA**, las cuales se pueden consultar vía web en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/about/submissions#authorGuidelines>. (revisado el 21 de nov de 2022).

1 **Caracterización ambiental y formulación del plan de recuperación ecológica**
2 **de La Montaña, predio ubicado en la región noroccidental del Valle de**
3 **Aburrá.**

4 Environmental characterization and formulation of the ecological recovery plan of La Montaña, a
5 property located in the northwest of Medellín, Valle de Aburrá.

6
7 María del Carmen Santa-Montoya^{1*}, Estela María Quintero-Vallejo².

8 ¹Programa Ecología, Facultad de Ciencias y Biotecnología, Universidad CES, Cl 10A #22 – 04,
9 050021, Medellín, Colombia. santa.maria@uces.edu.co

10 ²Grupo Biología CES, Facultad de Ciencias y Biotecnología, Universidad CES, Cl 10A #22 – 04,
11 050021, Medellín, Colombia. emquintero@ces.edu.co

12 *Autor para correspondencia: María del Carmen Santa-Montoya santa.maria@uces.edu.co

13
14 **ABSTRACT**

15 Over time, the anthropic activities carried out in mountain ecosystems have accumulated negative
16 effects on the functioning of the system which has affected the ecosystem services they offer. The
17 importance of keeping these ecosystems healthy has developed multiple approaches from which
18 these problems are faced today. In our case, we seek to recover the structure of an Andean forest
19 ecosystem and resume interrupted processes in the area by elaborating an ecological recovery
20 proposal for the "La Montana" property, district of San Cristobal, Medellin. We started with an
21 environmental diagnosis that allowed us to evaluate the largest possible number of biotic and
22 abiotic elements that can intervene in the operation and structuring of the proposal. We presented
23 different ecological recovery strategies depending on the external and internal characteristics of

24 the existing coverage. In addition, we based our project on the general elements of the reference
25 ecosystem, the identification of the levels of disturbance of the property, the regeneration
26 potential, and the discovery of restoration barriers. Initially, we intend to eliminate the
27 disturbances or barriers that prevent spontaneous regeneration, continuing with active restoration
28 strategies such as soil recovery, species propagation, and planting. Likewise, the monitoring plan
29 is outlined, allowing a record of the process and individual follow-up on the strategies. This
30 proposal will ensure that all decisions involving the property are made based on its ecological
31 characteristics.

32 **Keywords:** Environmental diagnosis, Andean forest, recovery strategies, ecosystem
33 management.

34

35 **RESUMEN**

36 Con el tiempo, las actividades antrópicas realizadas en los ecosistemas de montaña han
37 acumulado efectos negativos sobre el funcionamiento del sistema afectando los servicios
38 ecosistémicos que nos ofrecen. La importancia de mantener estos ecosistemas sanos ha hecho que
39 hoy en día se afronten estas problemáticas desde diferentes enfoques. En nuestro caso, por medio
40 de la elaboración de una propuesta de recuperación ecológica para el predio “La Montaña”,
41 corregimiento de San Cristóbal, Medellín, se busca recuperar la estructura de un ecosistema de
42 bosque andino y reanudar algunos procesos interrumpidos de la zona. Partimos de un diagnóstico
43 ambiental que nos permitió evaluar el mayor número posible de elementos bióticos y abióticos
44 que identificamos como disturbio, funcionan como barreras o que pueden ser potenciales para
45 una recuperación ecológica. Presentamos diferentes estrategias de recuperación ecológica
46 dependiendo de las características externas como internas de las coberturas existente en La
47 Montaña. Además, nos basamos en características generales del ecosistema de referencia. En el

48 plan de recuperación se eliminarán las especies invasoras y se plantarán árboles para eliminar los
49 disturbios, mejorar los suelos, crear nuevos hábitats. Adicionalmente se promoverá la
50 regeneración natural aprovechando coberturas de bosque secundario y fauna dispersora presente
51 en el predio. Adicionalmente, se plantea un plan de monitoreo para conocer los resultados de las
52 estrategias propuestas. Con esta propuesta se procurará que todas las decisiones que involucren al
53 predio sean tomadas basadas en las características ecológicas de este.

54 **Palabras clave:** Diagnóstico ambiental, bosque andino, restauración ecológica, manejo de
55 ecosistemas,

56

57 **INTRODUCCIÓN**

58 Globalmente los sistemas ecológicos atraviesan una serie de disturbios de origen antrópico.
59 Prácticas agrícolas, ganaderas, industriales y de explotación han generado una fuerte disminución
60 en la salud e integridad de nuestros ecosistemas. Esto se ve reflejado en la alteración de la
61 producción y calidad de agua, la fijación de CO₂, el reciclaje de materiales de los ecosistemas, la
62 productividad del suelo o las coberturas que previenen erosión, el declive de todos estos servicios
63 ecosistémicos nos hace entrar en una crisis ambiental (Vargas 2011). En Colombia, el panorama
64 no ha sido diferente y algunos de los ecosistemas más representativos para el país se encuentran
65 bajo categorías de amenazas, como es el caso de los ecosistemas ubicados en los bosques andinos
66 (Etter *et al.* 2017).

67 Los bosques andinos o ecosistemas boscosos de montaña se ubican en la cordillera de los andes
68 en un amplio rango de elevación que va de los 1000 msnm hasta los 3500 msnm (Cortés-B *et al.*
69 2020). En su momento, la interacción de varios factores históricos, como diversidad de clima,
70 geología, geomorfología y suelos, que se dieron en los andes fueron de gran importancia para
71 estructurar las formaciones vegetales y la composición de estos ecosistemas (Rodríguez *et al.*

72 2006). Su importancia recae en la cantidad de bienes y servicios ecosistémicos que estos bosques
73 nos brindan, su capacidad para regular la precipitación, la esorrentía, la erosión y la pérdida de
74 nutrientes en los suelos, es muy alta comparada con lo que ofrecen otros tipos de cobertura como
75 pastizales o tierras para cultivo (Suescún *et al.* 2017). Además, cumplen un importante papel en
76 relación con el almacenamiento de carbono. Por ejemplo, recientes estudios han evidenciado
77 como los bosques andinos cumplen un papel similar o mayor al de los bosques amazónicos en ser
78 sumideros de carbono sobre el suelo y se proyectan como importantes refugios de carbono para el
79 futuro (Duque *et al.* 2021). Todos estos bienes y servicios son esenciales para la calidad de vida
80 de los más de 60 millones de personas que habitan los andes y que de alguna u otra manera se
81 conectan con las dinámicas globales (Hoyos *et al.* 2017).

82 El hecho de que estos bosques se desarrollen en pendientes inclinadas y en zonas de abundante
83 precipitación, los hacen ser susceptibles a la erosión (Cortés-B *et al.* 2020). Esto sumado a
84 factores antrópicos como actividades ganaderas, mineras, cultivos agrícolas, cultivos ilícitos y la
85 urbanización (Cavelier y Etter 1995, Galindo *et al.* 2003, Hoyos *et al.* 2017), traen como
86 consecuencia la fragmentación y reducción de la cobertura boscosa. Se estima que para Colombia
87 queda menos del 10% de los bosques andinos originales y para el 2015 en Antioquia se contaba
88 con una cobertura de tan solo 18% equivalente a 530.000 ha aproximadamente (Hoyos *et al.*
89 2017).

90 Para el caso del valle de aburrá, que es donde se desarrolla este proyecto, la topografía ha hecho
91 que los habitantes se asienten en las zonas urbanas, periurbanas, expandiéndose por las laderas
92 boscosas del valle, estas altas densidades poblacionales y la insuficiencia de áreas verdes generan
93 dificultad para suplir la demanda de bienes y servicios, hasta el punto de verse en la necesidad de
94 ser subsidiados por diferentes ecosistemas ubicados fuera del área metropolitana (Restrepo 2017).

95 Una de las formas de detener la acelerada disminución de cobertura boscosa por diferentes
96 actividades antrópicas, mantener la alta biodiversidad y endemismos característica de los bosques
97 andinos y asegurar los servicios ecosistémicos para el valle de aburra es a través de procesos de
98 restauración ecológica. Esta es entendida como una posible solución para intervenir en los
99 ecosistemas dañados, degradados o destruidos, con el fin de detener las amenazas y recuperar
100 ciertos atributos de los ecosistemas como estructura, composición y funcionalidad en su totalidad
101 (Gann *et al.* 2019).

102 En las últimas décadas, la restauración ecológica corresponde a una serie de actividades
103 restaurativas que pueden variar en sus alcances dependiendo del grado de degradación y los
104 objetivos que se quieran alcanzar. Estas estrategias abarcan desde la reclamación que tiene como
105 fin convertir tierras severamente degradadas, como antiguas minas o terrenos baldíos, en zonas
106 para cultivo u otro uso humano; siguiendo con la rehabilitación que implica acciones de manejo
107 que apuntan a restablecer algún nivel de funcionamiento del ecosistema en sitios degradados,
108 donde se pretende recuperar la provisión continua de servicios ecosistémicos en lugar de la
109 biodiversidad e integridad de un ecosistema de referencia nativo designado; y por último
110 estrategias como la recuperación ecológica buscan recuperar los atributos de composición,
111 estructura y funcionamiento, pero no se tiene la certeza de si se puede lograr una recuperación
112 parcial o completa del ecosistema en cuestión (Gann *et al.* 2019).

113
114 La selección de la actividad restaurativa que se implemente en un sitio, dependerá de la condición
115 ambiental en la que dicho sitio se encuentre. Por lo tanto, es necesario que se realice un debido
116 reconocimiento de los factores físicos y ecológicos del sitio a restaurar. Para esto es necesario un
117 buen diagnóstico ambiental que permita implementar las estrategias más acordes a las
118 características ecológicas y en lo posible sociales del sitio esperando que sean más efectivas.

119 Además, es necesaria la inclusión de un monitoreo conforme con la información obtenida y las
120 estrategias planteadas. Por lo tanto, el presente proyecto presenta un diagnóstico ambiental,
121 seguido de la formulación del proyecto de recuperación ecológica para el predio La Montaña, con
122 el objetivo de recuperar la estructura y en lo posible la composición de un ecosistema de bosque
123 andino y reanudar algunos procesos que son y fueron interrumpidos de la zona.

124

125 **MATERIALES Y MÉTODOS:**

126 **Área de estudio**

127 El predio La Montaña 6°17'56.16" Norte; 75°37'07.74" Oeste, tiene una extensión de 33 ha,
128 ubicadas en un rango de 2100 a 2400 msnm, se encuentra localizado al norte de la antigua vía al
129 mar, en la vereda el Yolombo perteneciente al corregimiento de San Cristóbal, situado a
130 aproximadamente 45 minutos del centro de Medellín. Esta vereda se caracteriza por tener una
131 fisiografía quebrada, con terrenos pendientes y fallados, su clima es frío y húmedo, presentando
132 temperaturas entre 8 a 21 °C y una pluviosidad de 1668 mm anual (Alcaldía de Medellín 2010),
133 lo cual lo hace perteneciente a la zona de vida bosque húmedo montano bajo (bh-MB). El uso de
134 suelo del predio ha cambiado y hoy en día se encuentra distribuido en bosque secundario,
135 matorrales, potreros e infraestructura rural. Desde la adquisición del terreno en el año 2012 se
136 conoce que la vocación del suelo ha sido para ganado de leche y unos pocos cultivos de cebolla
137 de rama. Este predio es propiedad familiar cuya proyección futura consistirá en un Eco-hostal que
138 se encuentre en medio de un bosque Andino que ha sido recuperado. Este sitio tiene potencial
139 turístico dada la cercanía a la ciudad de Medellín, su abundante oferta hídrica y el hecho que
140 ofrece una amplia panorámica del Valle de Aburrá.

141 **Diagnóstico ambiental**

142 Con el fin de conocer el estado actual del predio, se procedió a evaluar una serie de elementos
143 abióticos como el contexto del paisaje, usos de la tierra, caracterización físico-química del suelo
144 y caracterización biofísica del agua. Además, también se evaluaron factores bióticos como,
145 caracterización de flora, composición de aves, mamíferos voladores y mamíferos no voladores.
146 Esta información se usará como insumo en la elaboración de la propuesta de recuperación del
147 predio.

148 Contexto de paisaje. Esta actividad consistió en realizar una descripción general del contexto que
149 rodea al predio. Para esto, se usaron sistemas de información geográfica y verificación en campo.
150 Usando la aplicación Google Earth Pro se determinó un punto aproximado que correspondiera
151 con el centroide del predio y de ahí se evaluó el vecindario más cercano que correspondió a un
152 radio de 800 m a la redonda (entendiendo esta distancia como el vecindario más cercano al
153 predio), en esta área por fuera del predio se clasificaron las coberturas existentes en cuatro
154 categorías: 1) zonas urbanas, que son conformadas por fincas de recreo, casas de los habitantes de
155 la vereda y carreteras; 2) zonas agropecuarias, en las cuales entran estructuras como invernaderos
156 y marraneras, potreros para pastoreo de vacas o caballos y lugares en donde se observó el uso del
157 suelo en cultivos de cebolla de rama, tomate, brócoli, frijol, mora, cilantro, rábano, entre otros; 3)
158 zonas boscosas que corresponden a los remanentes de bosque, zonas riparias, pequeños parches
159 de bosque secundario y cercas vivas; 4) zonas abiertas sin uso definido que corresponde a áreas
160 cuya cobertura son pastos o una mezcla de pastos y árboles y parches de bosque en los que no se
161 realiza ninguna actividad agropecuaria ni urbanística. Con la información anterior, se realizó un
162 mapa de coberturas fuera del predio, y se determinó el área de cada categoría y su
163 correspondiente porcentaje.

164 Usos de la tierra. Se realizaron ocho salidas de campo para entender la geografía del predio. Con
165 la ayuda de la aplicación “GPS Essentials” se delimitó todo el borde del predio y después los

166 polígonos pertenecientes a las coberturas encontradas. Estas coberturas fueron brevemente
167 descritas y catalogadas como: bosque secundario, pastizal arbustivo, pastizal potrero, zona de
168 pinos y zona de proyección económica, esta última es una zona que no será parte del plan de
169 recuperación, ya que a futuro se tienen otros planes para ella.

170 Usando Google Earth Pro y la georreferenciación anterior, se realizó el mapa de coberturas
171 presentes del predio, se determinó el área de cada uso y su respectivo porcentaje.

172 Caracterización Físico-química del suelo. Para las coberturas previamente delimitadas de pastizal
173 arbustivo, pastizal potrero, zona pinos y bosque secundario que fue dividido en norte y sur; se
174 tomaron diez submuestras de forma aleatoria. Primero despejamos la superficie de raíces, rocas y
175 hojarasca; para después realizar un agujero a una profundidad de 10-20 cm, y se recolectó entre
176 100-200 gr de suelo. Estas diez submuestras conformaron una muestra compuesta final de 1 kg.
177 En total fueron ingresadas cinco muestras al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de
178 Colombia, Sede Medellín, para su respectivo análisis de fertilidad y nitrógeno.

179 Caracterización biofísica del agua. En campo y con la ayuda de la aplicación “GPS Essentials” se
180 siguió y marcó el cauce de todas las quebradas encontradas dentro del predio, esta información
181 fue adicionada al mapa de coberturas presentes, con el número de identificación propio otorgado
182 para cada quebrada, después se sobrepusieron en la red hídrica de la alcaldía de Medellín y se
183 encontró su nombre real y su desembocadura. Se caracterizó de forma descriptiva cada una de
184 estas teniendo en cuenta la cobertura circundante de forma cualitativa, ósea la presencia de
185 tramos descubiertos o erosionados y también se evaluó la existencia de desechos sólidos.

186 Adicionalmente, para cada una de las quebradas se tomó una muestra de agua para determinar la
187 calidad de ella. Cada muestra es la mezcla del agua recolectada en tres puntos diferentes a lo
188 largo de cada quebrada (inicio, parte media y final) dentro del predio. En total fueron ingresadas

189 cinco muestras de agua al laboratorio Analtec para su respectivo análisis de coliformes totales y
190 *Escherichia coli* Escherich, 1885.

191 Flora. La vegetación fue identificada principalmente por observación directa, en cada una de las
192 coberturas identificadas, y de no ser posible se realizó registro fotográfico de estructuras
193 detalladas del individuo para una identificación posterior. Las salidas de campo tuvieron lugar los
194 días 28 de junio y 30 de agosto del 2022, en ellas se realizaron las observaciones de flora
195 asociada a los diferentes tipos de coberturas existentes en el predio La Montaña. Para las
196 coberturas de bosque secundario se realizaron dos parcelas de 100x2 m, una ubicada en la zona
197 norte y otra ubicada en la zona sur del predio, para las coberturas pastizal arbustivo se realizó una
198 parcela de 50X2 m y, finalmente, para la cobertura pastizal potrero una parcela de 25x2 m.

199 Dentro de cada una de estas parcelas se identificaron las especies de plantas a su nivel máximo de
200 resolución taxonómica posible y se generó un listado de la vegetación por tipo de cobertura y un
201 listado total de la vegetación del predio. Posteriormente, se registró hábito, origen y estado de
202 conservación de las especies encontradas en el predio haciendo uso de literatura especializada.

203 Aves. Los censos de aves se realizaron a pie los días 22 y 23 de enero de 2022 y el 25 y 26 de
204 febrero de 2022. Se hicieron recorridos de 6:00 am a 1:00 pm, tanto en la parte norte como sur
205 del predio. Se anotaron todas las especies de aves a medida que fueron visualizadas y se hizo una
206 estimación del número total observado. Durante las noches y los períodos de anochecer del 1 al 7
207 de marzo, se realizaron grabaciones nocturnas continuas de sonidos ambientales utilizando una
208 grabadora independiente Audiomoth (Open Acoustic Devices). La grabación se realizó en dos
209 lugares boscosos de la zona noreste del predio y la zona sur del predio. Las grabaciones se
210 analizaron con el software BirdNET para Windows (v. 2.1, Cornell University, Technische
211 Universität Chemnitz), con la configuración estándar. Después de la debida identificación de las
212 aves, proseguimos a agruparlas de acuerdo a la clasificación usada en la base de datos de Wilman

213 *et al.* (2014) de acuerdo a sus distintas preferencias alimenticias, en donde encontramos cinco
214 categorías F-N (frutos-néctar), P-S (plantas-semillas), Inv (Invertebrados), V-P-Ca (vertebrados-
215 peces-carroña) y O (omnívoro).

216 Mamíferos no voladores. Para conocer la composición de mamíferos no voladores en el predio La
217 Montaña utilizamos información directa e indirecta, utilizando cámaras trampa, guías de campo,
218 celular con cámara y GPS. Se instalaron dos cámaras trampa marca BROWNING activas a todas
219 las horas del día en modo video con una duración de 45 segundos y un intervalo de 30 segundos,
220 desde los días 22 de diciembre del 2021 al 23 de enero del 2022. Ambas ubicadas dentro de la
221 zona boscosa del sur del predio, una en las cercanías de una quebrada en las coordenadas
222 6°17'41.71" Norte; 75°37'04.02" Oeste, y otra en un sendero hecho por humanos en las
223 coordenadas 6°17'40.79" Norte; 75°37'02.11" Oeste. En un segundo evento de muestreo realizado
224 entre el 4 de septiembre y el 4 de octubre del 2022, las cámaras se ubicaron en las zonas boscosas
225 del norte. La primera cámara en las coordenadas 6°18'0.09"Norte, 75°37'0.48"Oeste, y la segunda
226 en 6°18'5.47"Norte, 75°36'54.56"Oeste. Se elaboró un listado de los mamíferos observados y
227 banco de imágenes de los videos obtenidos en las cámaras. Adicionalmente se cuenta con
228 información indirecta ya que existen registros fotográficos de mamíferos muertos (por perros)
229 dentro del predio y se conoció una carta escrita en junio del 2011 por la anterior dueña del predio
230 en la cual describe la observación anecdótica de varios mamíferos vistos en el sitio.

231 Mamíferos voladores. Para determinar la presencia de especies de murciélagos en el terreno, se
232 emplearon metodologías de muestreo no invasivas. En este caso la bio acústica mediante el uso
233 de dos equipos de registro auditivo Audiomoth (Open Acoustic Devices). Estos fueron ubicados
234 por cuatro días en dos zonas boscosas del predio, particularmente en las coordenadas
235 6°17'47.49"Norte, 75°37'7.03"Oeste y 6°18'1.95"Norte, 75°36'59.31"Oeste. Se configuró con una
236 tasa de muestreo de 384 kHz. Por lo tanto, se logró grabar a 192khzz, con un tiempo de grabación

237 de 1 minuto cada 30 minutos desde las 6:00 pm. hasta las 6:00 am. Para el análisis de las
238 grabaciones usamos el software BatExplorer para Windows (v. 2.1.11, Elekon AG, Industrielle
239 Elektronik). A través de él logramos llegar al máximo nivel taxonómico permitido por la
240 bioacústica, generando así un listado de familias de murciélagos, divididos por sono especies y
241 finalmente categorizados por su gremio trófico.

242 **Fase formulación de la propuesta de recuperación**

243 Con la información recogida en el diagnóstico, se procedió a realizar una propuesta acorde con lo
244 encontrado, integrando el uso de los suelos, el contexto del paisaje, la caracterización del suelo y
245 el agua y los organismos vertebrados registrados en el predio. Para esto se tuvieron en cuenta las
246 consideraciones de la “Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de
247 Colombia” propuesta por el Grupo de Restauración Ecológica del departamento de Biología de la
248 Universidad Nacional de Colombia (Vargas *et al.* 2012).

249 Con base en la guía antes mencionada, se realizaron unas variaciones propias a la propuesta y se
250 tuvieron en cuenta seis de los diez pasos recomendados por Vargas *et al.* (2012):

- 251 1. Definición de un ecosistema de referencia. Para esto se definió el uso de dos tipos de
252 referencias ecológicas, una que corresponde con el contexto actual (en tiempo y espacio)
253 y la otra con base en registros históricos (diferente tiempo) (Clewel y Aronson 2013).
254 Para el primer tipo se tuvo en cuenta el mapa del contexto en el cual se evidencia la
255 presencia de coberturas boscosas cercanas al predio. Estas fueron caracterizadas a través
256 de descripciones ecológicas generales como tipo de vegetación y nivel de perturbación
257 con base en las especies vegetales más abundantes por observación directa. Para el
258 segundo tipo se procedió a buscar listados de especies vegetales colectadas en bosques
259 andinos de Medellín con las mismas características altitudinales y bioclimáticas del
260 predio usando la herramienta de catálogo en línea de plantas de Antioquia (Idarraga-P *et*

261 *al.* 2011). Esta última aproximación se eligió debido al nivel de degradación del paisaje
262 en la zona de estudio, lo cual dificulta considerar una referencia ecológica adecuada y en
263 tal sentido los registros históricos de las especies pueden ser una guía adecuada.

264 Reconocemos que, a pesar de buscar recuperar la biodiversidad tanto de fauna como de
265 flora y funcionalidad, se nos salía de las manos realizar las respectivas evaluaciones de los
266 diferentes componentes bióticos y abióticos para las diferentes referencias ecológicas.

267 2. Identificación de los niveles de disturbio. Para identificar los disturbios del predio se
268 utilizaron los resultados de uso del suelo actual junto con el conocimiento de las
269 actividades realizadas varias décadas atrás por información de los antiguos dueños del
270 predio, también fue de gran utilidad las caracterizaciones de la vegetación y los análisis
271 del suelo.

272 3. Potencial de regeneración. Se analizaron las coberturas de bosque por fuera y dentro del
273 predio, sumado con las listas de especies de la caracterización vegetal de las coberturas y
274 los listados de vertebrados con su respectivo gremio. Esto nos permitió conocer las
275 especies con potencial rol dispersor y las coberturas que presentan regeneración natural de
276 algunas especies

277 4. Identificación de las barreras de restauración. Para esto se utilizó la información del
278 paisaje para entender las actividades que se realizan en las cercanías que pueden generar
279 inconvenientes en un proyecto de restauración. Adicionalmente, se tuvo en cuenta la
280 información de flora y fauna que permita identificar amenazas en términos de especies
281 con potencial invasor o invasoras y especies que generen conflictos con la fauna silvestre.

282 5. Diseño de estrategias del plan de recuperación. Para esto se usará la información
283 recopilada en el diagnóstico y los ítems anteriores para determinar el diseño más

284 adecuado en la restauración del predio, en términos de las especies potenciales, estrategias
285 a usar y la configuración del espacio con base en el uso proyectado.

286 6. Plan de monitoreo. Con base en el planteamiento del diseño se establecerá un plan de
287 monitoreo que permita determinar con indicadores adecuados, el cumplimiento de la
288 trayectoria del proyecto de recuperación planteado.

289 **RESULTADOS Y DISCUSION:**

290 **Fase Diagnóstica**

291 Contexto de Paisaje. En un rango de 800 metros desde el centro del predio, el paisaje se
292 caracteriza por diversos usos del suelo (Fig. 1a). De las cuatro categorías encontradas, se observó
293 que en un mayor porcentaje el predio está rodeado por parches de cobertura boscosa (48%) que
294 se encuentran en el oriente y occidente del predio, ambas coberturas equivalen a 77 ha
295 aproximadamente, están cerca del predio y muestran una pequeña conexión por medio de un
296 corredor de árboles. Por otro lado, se observó que las actividades de urbanización y las zonas
297 agropecuarias comparten una extensión de 22 ha y 25 ha, respectivamente, ambas categorías son
298 las más abundantes en la zona norte del predio y, al parecer, están relacionadas entre sí ya que en
299 los mismos terrenos en donde los habitantes de la vereda tienen sus casas, también realizan
300 diferentes actividades agropecuarias para su subsistencia. Adicionalmente, encontramos 37 ha
301 que pertenecen a zonas abiertas sin uso definido si las sumamos con las actividades agropecuarias
302 y urbanísticas, podemos inferir que más de la mitad del contexto del predio es suelo perturbado
303 (Tabla 1). Estos resultados concuerdan con la literatura en donde se conoce que gran parte de
304 nuestros bosques se encuentran en mosaicos junto a otros usos de suelo (Hoyos *et al.* 2017).

305
306 Suelo y usos de la tierra. Dentro del predio La Montaña la cobertura más extensa fue el bosque
307 secundario con un 54% del predio. Este se encuentra representado tanto en la zona norte como la

308 sur, pero existen algunas diferencias en composición de su vegetación que son expuestas en la
309 sección de caracterización de la flora (ver abajo).

310 Los bosques de la zona norte son bosques que presentan mayor erosión, en ella se vieron varios
311 deslizamientos de tierra, y aguas represadas. Esto puede deberse a que esta zona es atravesada por
312 cuatro quebradas (Fig. 1b) que en diferentes sectores están totalmente expuestas, además sus
313 cauces provienen de un contexto en el que se concentran las actividades agropecuarias y
314 urbanísticas de la zona, lo cual ha generado la eliminación de la cobertura vegetal que hace que
315 en épocas de lluvias el aumento de caudal y velocidad de escorrentía genere distintos
316 deslizamientos al entrar al predio La Montaña.

317 Los bosques de la zona sur son bosques en terrenos muy quebrados con una cobertura muy densa
318 tipo “rastrojo” que impide el acceso. Estos bosques se ven amenazados por la invasión del ojo de
319 poeta (*Thunbergia alata* Bojer ex Sims) que poco a poco se expande por los bordes.

320 Los pastizales potrero ocuparon el 18% de las coberturas del predio. Estas zonas se encuentran
321 tanto en la zona norte y sur del predio, son zonas a las cuales se les ha hecho manejo regular de
322 crecimiento con guadaña y machete y, además, se han realizado actividades ganaderas que en el
323 presente tienden a desaparecer. En estas zonas se evidencian claramente varios montículos de
324 especies herbáceas que se ubican unos muy distantes de otros.

325 Los pastizales arbustivos de la finca La Montaña ocuparon el 12.6% del total del predio, este tipo
326 de pastizal solo fue observado en la región norte y son zonas caracterizadas por tener plantas en
327 regeneración que se encuentran dispersas en el espacio y corresponden con algunas de las
328 especies vegetales que están presentes en los bosques secundarios. Esta zona se ubica en el
329 intermedio entre el pastizal potrero y el bosque secundario (Fig. 1b).

330 Existen varias zonas pequeñas de pinos que sumadas son alrededor del 2% (Tabla 1) del predio.
331 En estas se evidenció una alta dominancia de la especie *Pinus patula* Schltdl. & Chamy, con

332 muchos propágulos de todas las edades. Estas áreas no fueron plantadas de forma voluntaria, sino
333 que su persistencia se debe a la regeneración natural de semillas provenientes de algunas
334 plantaciones de predios vecinos.

335 La finca La Montaña cuenta con un área de proyección económica equivalente al 12.8% del
336 predio, esta área no entra como tal en el proyecto de recuperación ecológica. Este es el lugar en
337 donde se encuentran las construcciones propias del predio, cuenta con tres casas, dos corrales y
338 unas marraneras, en estas instalaciones se realizan las actividades de subsistencia de quienes
339 habitan el predio y en un futuro se planea realizar actividades dedicadas al ecoturismo y la
340 agroecología.

341 Caracterización Físico-química del suelo: Los resultados de la prueba de fertilidad y nitrógeno de
342 las diferentes coberturas del predio “La Montaña” varían entre sí (Tabla 2). Se presentaron tres
343 tipos de clases texturales, franco arcilla arenosa (FArA) para los pastizales potrero y zonas de los
344 pinos, franca (F) para el bosque sur y el pastizal arbustivo, y franco-arenosa (FA) para el bosque
345 norte. El pH fue un poco más similar entre las coberturas. El mayor valor registrado fue de 5.7,
346 para el bosque norte, y el menor fue 4.8, para las zonas pinos. Se evidencian resultados
347 contrastantes entre el pastizal potrero y las demás coberturas. Este pastizal obtuvo niveles muy
348 altos de fósforo y niveles muy bajos de nitrógeno (Tabla 2), posiblemente debido a un legado del
349 uso de fertilizantes en el manejo del suelo.

350 Caracterización biofísica del agua: El predio se encuentran atravesado por cinco quebradas (Fig.
351 1b). La quebrada número 1 o Cañada Yolombó, ubicada a 30 metros de la casa principal del
352 predio es la más extensa con 722 metros, esta atraviesa tanto la zona norte como la sur. En el
353 principio de su cauce, dentro del predio, este se encuentra totalmente descubierto. Además, tiene
354 un pequeño tramo que está canalizado y pasa por debajo de la carretera principal de la vereda,
355 unos metros después de su salida del predio se conecta con la quebrada número 5, La Borbollona.

356 Las quebradas 2, 3 y 4 correspondientes a La García, La García 2 y La Esmeralda
357 respectivamente, se encuentran en la zona norte del predio. Estas son muy similares, en extensión
358 con 160 metros, 224 metros y 226 metros respectivamente (Fig. 1b). Las tres se encuentran en
359 coberturas boscosas, aunque en algunos sectores están descubiertas, lo que en ocasiones genera
360 pequeñas inundaciones en sus alrededores. En el recorrido de las tres quebradas observamos que
361 había algunos lugares con desechos sólidos y varias zonas con erosión. La quebrada número 5 La
362 Borbollona se encuentra prácticamente bordeando la zona sur occidente del predio, esta cuenta
363 con la presencia de rocas muy grandes y en sus bordes presenta erosión. Todas las quebradas del
364 predio desembocan finalmente en la quebrada La Iguana.

365 En cuanto a los análisis de coliformes totales y *E. coli* encontramos una situación preocupante
366 (Tabla 2). En todas las quebradas se detectó la presencia de *Escherichia coli*, esta bacteria refleja
367 el origen de una contaminación proveniente de las proximidades del terreno, sobre todo del
368 vecindario norte desde donde proceden las quebradas, siendo reciente a los días de la toma de las
369 muestras o incluso si se hacen los respectivos análisis podría ser una contaminación continua.

370 La presencia de coliformes totales era esperada, pero los valores encontrados son muy altos.
371 Usando como referencia el decreto 1594 de 1984, todas las quebradas, exceptuando La
372 Esmeralda, no cumplen con los criterios de calidad admisibles (Coliformes totales menor a
373 20.000 microorganismos/100 ml y Coliformes fecales menor a 2.000 microorganismos /100 ml)
374 para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico. De acuerdo con lo anterior, la
375 quebrada La Esmeralda, con un número de coliformes totales de 12500 y *E. coli* de 500, es la
376 única que podrá eventualmente destinarse para uso doméstico, o incluso para ecoturismo más
377 adelante.

378 Caracterización de Flora: En las cuatro coberturas del predio La Montaña se identificaron 124
379 especies, representadas en 29 órdenes y 54 familias, donde los órdenes más frecuentes fueron

380 Poales, Myrtales y Asterales; y Asteraceae, Poaceae, Melastomataceae, Cyperaceae y Rubiaceae,
381 las familias con más representantes. De las 124 especies, 100 de ellas son nativas, 14 introducidas
382 y 10 se reparten entre origen cosmopolita o desconocido (Anexo 1). Se registraron diferentes
383 tipos de hábitos de crecimiento, como árboles, arbustos, hemiepífitas, epífitas, hierbas, lianas y
384 enredaderas. Estas categorías no son exclusivas por especie, sino que una especie puede tener
385 diferentes hábitos, siendo los árboles, arbustos y hierbas los hábitos más comunes. Ninguna
386 especie encontrada fue identificada en categorías de amenaza.

387 En cuanto a la vegetación asociada a las coberturas (Anexo 1), encontramos que el bosque
388 secundario del norte fue la cobertura con mayor riqueza, 68 especies vegetales en total, donde 20
389 de las 68 fueron exclusivas para el mismo. El bosque secundario del sur cuenta con 51 especies,
390 de las cuales 13 fueron exclusivas; no muy distante se encuentra el pastizal arbustivo con 50
391 especies, siendo 13 exclusivas, y por último está el pastizal potero con 42 especies siendo 12
392 únicas especies de esta cobertura.

393 Evidenciamos 60 especies que están presentes en más de una cobertura, como es el caso de
394 *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Mimosa albida* Humb. & Bonpl. ex Willd. *Pleopeltis macrocarpa*
395 (Bory ex Willd.) Kaulf., que se encuentran presente en las cuatro coberturas evaluadas. Los
396 bosques secundarios del norte y sur comparten 29 especies, mientras que los pastizales comparten
397 23 especies.

398 Aves. En total se registraron 77 especies de aves dentro del predio (Anexo 2), de las cuales 40
399 tienen una dieta basada en invertebrados en general (INV), 15 especies tienen una dieta basada en
400 el uso de frutos, néctar, polen, exudados de plantas y gomas (F-N), nueve son especies
401 omnívoras, ósea que no muestran una preferencia clara a la hora de alimentarse (O), ocho
402 prefieren el uso de semillas, granos, hierba, vegetación del suelo, plántulas, cultivos, hierbas,

403 hortalizas, entre otros (P-S) y, finalmente, cinco de ellas prefieren vertebrados en general,
404 pescado y carroña (V-P-Ca).

405 De las especies registradas queremos resaltar el papel de las 32 especies de aves que se
406 encuentran en las categorías de frutos y néctar (F-N), plantas y semillas (P-S) y omnívoras (O)
407 (Anexo 2). La suma de la estimación total de estas especies represento el 45% dentro de la
408 comunidad de aves del predio La Montaña y gracias a su papel como dispersoras serán de suma
409 importancia para el plan de recuperación ecológica del predio.

410 Mamíferos no voladores. En total en las cámaras trampa se observaron ocho especies (Anexo 3)
411 de mamíferos entre animales domésticos y fauna silvestre, chucha orejinegra (*Didelphis*
412 *marsupialis* Linnaeus,1758), ardillas de cola roja (*Syntheosciurus granatensis* Humboldt, 1811),
413 chucha mantequera (*Marmosops* sp.), ratones silvestres, perros (*Canis lupus familiaris*
414 Linnaeus,1758), gatos (*Felis catus* Schreber, 1775), vacas (*Bos Taurus* Linnaeus,1758) y caballos
415 (*Equus ferus caballus* Linnaeus,1758). En nuestro recorrido por el predio evidenciamos dos
416 registros adicionales (es decir, no registrados en las cámaras), pertenecientes a puercoespines
417 (*Coendou rufescens* Gray, 1865) y conejos (*Sylvilagus nicefori* Thomas,1921). Fueron dos
418 individuos que se encontraban muertos debido al conflicto que tienen con los animales
419 domésticos (perros). Adicionalmente, de la carta escrita por la anterior dueña del predio se
420 referencia la presencia de algunos mamíferos en el pasado, como lo son osos hormigueros
421 (*Tamandua mexicana* Saussure, 1860), ardillas y conejos.

422 Mamíferos voladores. Para murciélagos encontramos principalmente dos familias (Anexo 3):
423 Molossidae, en la cual se encontraron tres sonotipos pertenecientes a *Nyctinomops* cf. *macrotis*
424 Gray, 1840, *Molossus* cf. *bondae* J. A. Allen, 1904, *Molossus* cf. *molossus* Pallas, 1766. Para la
425 familia Vespertilionidae, se logró identificar una sono especie perteneciente a *Myotis* cf.
426 *nigricans*, Schinz, 1821. Todas las especies registradas en los muestreos son insectívoras,

427 entendemos su importante rol como controladores de poblaciones de insectos, pero en nuestro
428 caso no serán tomadas en cuenta ya que no cumplen con el componente dispersor que estábamos
429 buscando.

430

431 **Fase plan de Recuperación**

432 A continuación, se presentan las 6 consideraciones a seguir del plan de recuperación, para

433 1. Ecosistema de referencia. Como ecosistema de referencia en el contexto actual, se tuvo en
434 cuenta un parche de bosque de alrededor de 29ha que se encuentra en el costado sur
435 occidente del predio a 400 metros de la casa principal. En virtud a la composición que
436 tiene este bosque podemos concluir que su desarrollo viene desde hace varias décadas
437 debido a la presencia de especies como helecho arbóreo, *Cyathea* sp, la cual según la
438 literatura son plantas muy delicadas y de crecimiento muy lento (Riba 1978). El bosque
439 tiene una mezcla de especies pioneras y de sucesión intermedia tales como *Weinmannia*
440 sp., *Vismia baccifera*, *Palicourea* spp., *Hedysomum* sp., varias especies de la familia
441 Ericaceae y Melastomataceae. Sin embargo, este bosque está siendo usado para apertura
442 de parcelaciones (Fig. 2). Por lo tanto, su futuro tiene alto grado de incertidumbre. En este
443 sentido puede ser usado como una referencia inicial. Adicionalmente, se cuenta con un
444 listado de 240 especies de árboles y arbustos endémicos y/o nativos en una altitud entre
445 2000 y 2500 msnm pertenecientes al BhMB (Anexo 4), que fue obtenido de colecciones
446 de herbario que se encuentran compiladas en el catálogo en línea de la Flora de Antioquia
447 (Ortiz R. del C *et al.* 2011). Con este listado se pretende tener una referencia de las
448 especies potenciales que se esperaba fueran la composición del bosque que se quiere
449 recuperar. Vale la pena anotar que, de este listado el predio ya cuenta con 17 especies en
450 las coberturas boscosas.

451 2. Niveles de disturbio. En la década de 2000 al 2010 en el predio La Montaña se realizaron
452 varias labores de cultivo, agricultura de papa, y hortalizas Principalmente. En el 2012
453 cambia de dueño, lo cual hace que el uso del suelo pase de agricultura a ganadería de
454 leche y zonas para la explotación de cerdos, actividades que poco a poco han ido
455 disminuyendo hasta hoy en día. Las diferentes perturbaciones que han ocurrido en el
456 predio y en sus alrededores, a través del tiempo, son el reflejo de las distintas
457 características que se encuentran en las coberturas del predio.

458 a. La presencia de flora invasora: Se encontraron 14 especies vegetales introducidas, que
459 poco a poco se han naturalizado hasta el punto de presentar comportamientos invasores,
460 compitiendo y superando a la flora local, como es el caso *Thunbergia alata*, que se
461 expande a través del borde de la carretera, la suculenta *Kalanchoe daigremontianaque*
462 Raym.-Hamet & H. Perrier, ubicada alrededor de las rocas en las zonas arbustivas de
463 regeneración natural, y *Pinus patula* con una cantidad de rebrotes en algunas áreas borde
464 con los vecinos. Estas especies sugieren un uso del suelo en el cual han ocurrido eventos
465 de apertura de áreas, claros de bosque y sucesiones tempranas, en los cuales se han visto
466 afectadas las especies, poblaciones, interacciones, ciclos y productividad del predio
467 (Aguilar-G y Ramírez 2015).

468 b. Alteración de suelos y hábitat: Una de las señales de un uso insostenible del suelo son los
469 altos niveles de fósforo registrados en las zonas pastizal potrero, en comparación con las
470 otras áreas del predio. Esto es un legado del uso del suelo en ganado, por exceso de
471 fertilizantes, concentrado, estiércol y minerales (Elizondo 2005), generando una
472 acumulación de fósforo en el suelo que podría representar un riesgo futuro de
473 contaminación (Beegle y Bosworth 1999). En cuanto al bajo nivel de nitrógeno, este
474 puede deberse a que la mayoría de él se pierde por lixiviación durante la época lluviosa,

475 puesto que en estos potreros no hay cobertura que logre atrapar este nutriente (Álvarez E
476 *et al.* 2014)

477 **3. Identificación de las barreras a la restauración**

478 a. Contexto agro/urbano: Como se logró evidenciar, el predio se desarrolla en un contexto
479 agropecuario y urbano. Esta urbanización viene del constante crecimiento del Valle de
480 Aburrá (Restrepo 2017) que ha hecho que las personas poco a poco vayan colonizando las
481 zonas rurales de las laderas. Este es un caso muy común dentro de la vereda El Yolombo
482 en donde rápidamente las personas están vendiendo su tierra debido a los bajos ingresos
483 de sus actividades y la alta presión inmobiliaria (Alcaldía de Medellín 2010), lo cual
484 genera que dentro de la vereda existan sitios con alta perturbación actual y futura, que
485 puedan interferir con los procesos a recuperar. En este sentido, el predio puede convertirse
486 en un refugio, pero a la vez su tamaño reducido podría no generar hábitats idóneos para
487 algunas especies que ya están presentes o para atraer a otras especies cuyos rangos de vida
488 son más amplios.

489 b. Flora invasora y fauna domestica: Como vimos anteriormente la flora invasora es un
490 disturbio, pero también es consideración barrera por los resultados anteriormente
491 expuestos. Por otro lado, la presencia de fauna domestica como vacas, caballos, chivos,
492 perros y gatos que vimos en nuestros recorridos son letales para el establecimiento de la
493 flora, debido a la amenaza de herbivoría por consumo plántulas y el concurrente pisoteo,
494 además la persistencia de fauna silvestre se ve amenazada por los conflictos registrados,
495 los cuales, en la mayoría de veces terminan en muerte

496 c. Carretera con alto flujo vehicular: Esta barrera física se ubica en el interior y exterior del
497 predio, es una carretera secundaria llamada Vía Vereda el Yolombo, es la única carretera

498 con acceso a la vereda, por ende, es transitada diariamente por los habitantes de la vereda
499 esta se comporta amenaza para la fauna que vive en el bosque y se desplaza a través de él.

500 4. Potencial de regeneración: Las 95 ha de coberturas boscosas que hay dentro y fuera del
501 predio, la observación de posibles áreas en regeneración natural dentro de los pastizales
502 arbustivos y las diferentes especies que conforman la fauna dispersora del lugar, son
503 evidencias de que el predio La Montaña tiene un potencial de regeneración que puede ser
504 aprovechado en pro de nuestro proyecto de recuperación ecológica (Anexo 5).

505 5. Diseño de estrategias del plan de recuperación: Las estrategias fueron pensadas para ser
506 abordadas desde tres de las consideraciones de un plan de recuperación ecológica, con las
507 siguientes estrategias se busca eliminar los disturbios, superar las barreras y aprovechar el
508 potencial de regeneración del predio La Montaña. (Anexo 6)

509 Para eliminar los disturbios relacionados con la alteración de suelos y hábitat proponemos
510 cinco actividades clave, un balance de nutrientes en el suelo, siembras de núcleos de
511 vegetación, mejoramiento de cauces, creación de hábitat a través de trasplante de suelo y
512 por último una estrategia transversal que es la creación del vivero y rescate de plántulas.

513 Para superar las barreras referidas a la presencia de especies invasoras que también se
514 considera un disturbio planeamos realizar actividades de erradicación de flora invasora,
515 manejo de pastoreo y fauna doméstico. Para la barrera presente del contexto agro urbano
516 en donde se desarrolla el predio, es necesario trabajos de concientización de la comunidad
517 y para la barrera física que atraviesa el predio es necesario hacerle un manejo

518 Para aprovechar el potencial de regeneración en las zonas expuestas pero que cuentan con
519 cobertura boscosa a sus alrededores se propone dejar actuar la regeneración natural
520 siempre y cuando manejemos los disturbios encontrados. Aprovechando la presencia de la

521 fauna dispersora y la regeneración que se vio en los potreros arbustivos enriqueceremos
522 las coberturas de este pastizal

523 6. Plan de monitoreo: Por medio de sistemas de información geográfica, verificaciones en
524 campo, creación de parcelas, se requiere llevar un control y evaluar la eficacia de las
525 estrategias planteadas, Se buscan medir los cambios en extensión de las diferentes
526 coberturas del predio, complementando con los respectivos análisis para suelos y aguas,
527 es necesario monitorear constantemente la fauna y flora tanto nativa que vaya llegando,
528 como invasora que se piense erradicar. (Anexo 7)

529
530 **Conclusión:** Un buen diagnóstico es primordial para entender las dinámicas tanto externas o
531 internas alrededor de un proyecto de recuperación ecológica, pero no es suficiente si no contamos
532 con el planteamiento de una propuesta de recuperación que aplique aspectos ecológicos, al
533 integrar la información proveniente del diagnóstico, que contribuya a que las estrategias sean
534 acordes con el contexto del sitio.

535

536

537

538

539

540

541

542 **LITERATURA CITADA**

- 543 Aguilar-G M, Ramírez W. 2015. Conceptos de restauración ecológica aplicados a
544 ecosistemas afectados por especies invasoras. En: Cárdenas-T J, Baptiste M.P, Ramírez W,
545 Aguilar-G M. Editores. Herramienta de decisión para la gestión de áreas afectadas por
546 invasiones biológicas en Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
547 Alexander von Humboldt. pp. 39-45
- 548 Alcaldía De Medellín. 2010. Atlas Veredal De Medellín. Primera Edición. Medellín:
549 Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Humanas.
- 550 Álvarez-S E, Améndola-M R, Cristóbal-A D, Soto-B M. 2014. Pérdidas de nitrógeno por
551 lixiviación en una pradera mixta pastoreada en clima templado. Rev. fitotec. Mex. vol.37, n.3
552 ISSN 0187-7380
- 553 Beegle D, Bosworth J. 1999. Nutrient management. Agronomy Facts 16. Penn State
554 University, College of Agriculture.
- 555 Cavelier J, Etter A. 1995. Deforestación de bosques montanos en Colombia como resultado
556 de plantaciones ilegales de opio (*Papaver somniferum*). Biodiversidad y Conservación de los
557 Bosques Montanos Neotropicales. Editor Churchill S, Balslev H, Forero E, y Luteyn J. El
558 Jardín Botánico de Nueva York, pp 541-550.
- 559 Clewell A F, Aronson J. 2013. Ecological Restoration: Principles, Values, and Structure of an
560 Emerging Profession. Second Edition. Washington. Society for Ecological Restoration.
561 Cornell University, Technische Universität Chemnitz, BirdNET v. 2.1,
562 <https://birdnet.cornell.edu> and <https://github.com/kahst/BirdNET-Analyzer>)

563 Cortés-B L, Camacho-B S, Matoma-C M. 2020. Estudio de la composición y estructura del
564 bosque andino localizado en Potrero Grande, Chipaque (Colombia). Rev. U.D.C.A Act. &
565 Div. Cient. 23(1): e1483. <http://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1483>

566 Decreto 1594/1984, de 26 de junio, Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la
567 Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la
568 Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
569 Capítulo IV. De los criterios de calidad para destinación del recurso.

570 Duque A, Peña MA, Cuesta F. 2021 Los bosques andinos maduros como sumideros de
571 carbono de importancia mundial y futuros refugios de carbono. Nat Commun 12, 2138.
572 <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22459-8>

573 Elekon AG, Industrielle Elektronik, BatExplorer v. 2.1.11,
574 https://www.batlogger.com/en/downloads/batexplorer/software/be_2.1/

575 Elizondo-S J. 2005. El fósforo en los sistemas ganaderos de leche. Agronomía
576 Mesoamericana. Vol. 16, núm. 2 SSN: 1021-7444

577 Etter A, Andrade A, Saavedra-R K, Amaya-V P, Arevalo P, Cortes J, Pacheco-R D, Soler D.
578 2017. Lista roja de ecosistemas de Colombia (Vers. 2.0). Conservación Internacional
579 Colombia. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10861.08165>

580 Galindo-T R, Betancur J, Cadena-M J. 2003. Estructura y composición florística de cuatro
581 bosques andinos del santuario de flora y fauna guanentá-alto río fonce, cordillera oriental
582 colombiana. Caldasia. 25(2) 2003: 313-335

583 Gann GD, McDonald T, Walder B, Aronson J, Nelson CR, Jonson J, Hallett JG, Eisenberg C,
584 Guariguata MR, Liu J, Hua F, Echeverría C, Gonzales E, Shaw N, Decler K, Dixon KW.

585 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second
586 edition. Restoration Ecology S1-S46

587 Hoyos C, Rivera C, y Quintero-V E. 2017. La restauración ecológica en los bosques andinos
588 de Antioquia: el caso del Valle de Aburrá, perspectivas y estrategias. En: Quintero-V E,
589 Benavides AM, Moreno N, Gonzales-C S, editores. Bosques Andinos, estado actual y retos
590 para su conservación en Antioquia p. 30-34.

591 Idárraga-P A, Ortiz R. del C, Callejas R, Merello M. 2011 en adelante. Catálogo de las
592 Plantas Vasculares del Departamento de Antioquia. Tropicos, Botanical Information System
593 at the Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA. Web site. [Revisada en: 23 Ago
594 2022]. <http://www.tropicos.org/Project/Catalogo-de-Antioquia>

595 Restrepo-S G A. 2017. Bosque urbano - Caso Valle de Aburrá. En: Quintero-V E, Benavides
596 AM, Moreno N, Gonzales-C S, editores. Bosques Andinos, estado actual y retos para su
597 conservación en Antioquia p. 359-370.

598 Riba R. 1978. Los helechos arborescentes y el maquique. Instituto de Investigaciones sobre
599 Recursos Bióticos A. C. INIREB Informa. Comunicado 25 sobre recursos potenciales del
600 País. México

601 Rodriguez N, Armenteras D, Morales M, Romero M. 2006. Ecosistemas de los Andes
602 Colombianos (2da. ed.). Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
603 Alexander Von Humboldt.

604 Suescún D, Villegas JC, León JD, Florez CP, Garcia-L V, Correa-L G. 2017. La cobertura
605 vegetal y la estacionalidad de las precipitaciones afectan la pérdida de nutrientes a través de la

606 escorrentía y la erosión en los Andes colombianos. *Reg Environ Change* 17, 827–839.
607 <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1071-7>

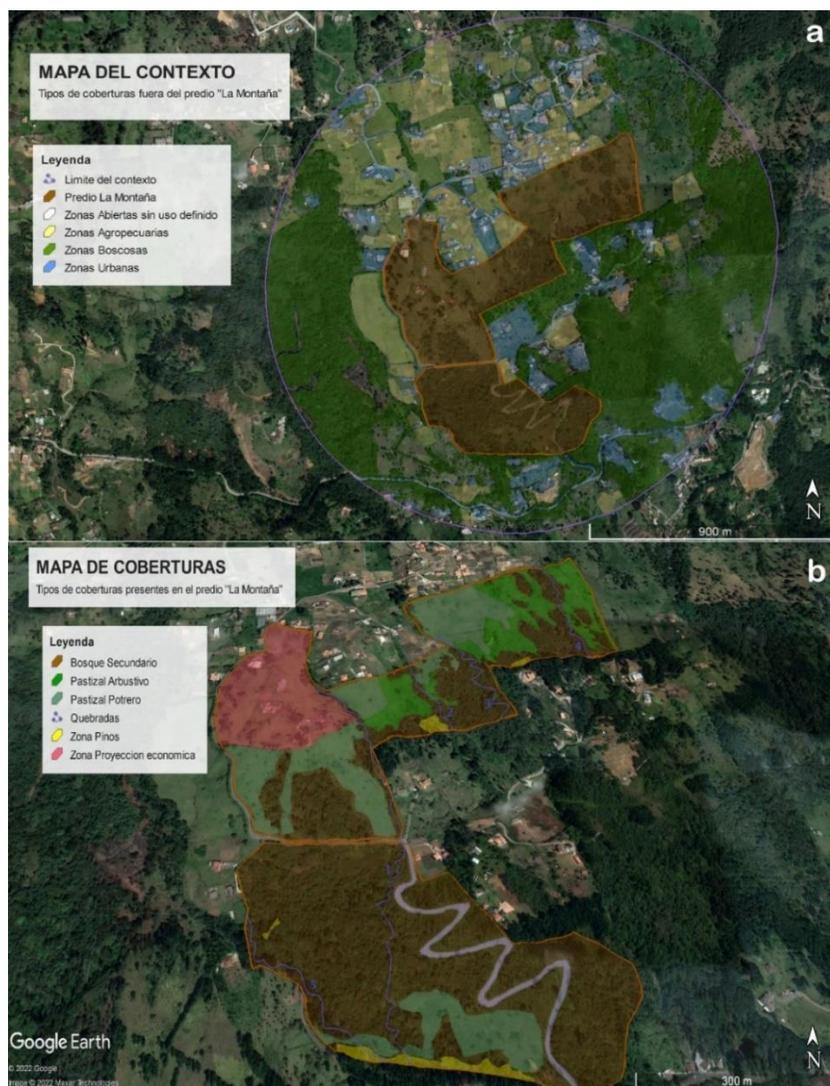
608 Vargas O. 2011. Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación. *Acta Biológica*
609 *Colombiana*. 16(2), 221–246.

610 Vargas O, Díaz J E, Reyes S P, Gómez-R P. 2012. Guías técnicas para la restauración
611 ecológica de los ecosistemas de Colombia, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

612 Wilman H, Belmaker J, Simpson J, de la Rosa C, Rivadeneira M, Jetz W. 2014. EltonTraits
613 1.0: Species level foraging attributes of the world's birds and mammals. *Ecology* 95:2027.
614 <http://dx.doi.org/10.1890/13-1917.1>

615

616 **Figura 1. a.** Mapa uso del suelo alrededor del predio La Montaña, corregimiento San Cristóbal,
 617 Medellín. **b.** Mapa de tipos de coberturas presentes dentro del predio La Montaña. Donde los
 618 números representan las quebradas, 1: Cañada Yolombó, 2: La García, 3: La García 2, 4: La
 619 Esmeralda, 5: La Borbollona.



620
 621 **Tabla 1.** Tipos de coberturas o usos del suelo dentro y fuera del predio La Montaña,
 622 corregimiento San Cristóbal, Medellín con sus áreas en hectáreas y el porcentaje que representan.

	Tipo de coberturas o uso de suelo	Área en hectáreas	% Representado
Dent	Pastizal Potrero	6,03	18,12%

	Pastizal Arbustivo	4,20	12,62%
	Bosque Secundario	17,99	54,00%
	Zonas de pino	0,47	1,42%
	Zona Proyección Económica	4,62	12,84%
	Predio La Montaña	33,31	99,00%
Fuera	Zonas Urbanas	22,05	13,66%
	Zonas Agropecuarias	25,16	15,59%
	Zonas Boscosas	77,23	47,84%
	Zonas abiertas sin uso definido	36,98	22,91%
	Área Circundante	161,41	100,00%

623

624 **Tabla 2.** Resultados de los análisis de fertilidad de suelo y calidad de agua para las diferentes
625 coberturas y quebradas del predio “La Montaña”, corregimiento San Cristóbal, Medellín.

626 (FArA): franco arcilla arenosa, (F): franca, (FA): franco-arenosa, (Ca): calcio, (Mg): magnesio,

627 (P): fosforo.

	Análisis	Clase	PH	%			cmol(+)/kg		mg/kg
				Materia Orgánica	Carbono Orgánico	Nitrógeno Total	Ca	Mg	P
Coberturas	P. Potrero	FArA	5,4	11,53	6,69	0,21	6,57	4,31	16,66
	P. Arbusto	F	5,4	3,39	5,45	0,66	3,85	3,45	3,24

	Zona Pinos	FArA	4,8	19,40	11,25	0,69	4,50	2,21	7,10
	B. Norte	FA	5,7	11,82	6,86	0,73	13,94	5,42	5,96
	B. Sur	F	5,6	8,90	5,16	0,95	8,50	4,48	3,90
	Análisis Agua	Coliformes totales (UFC/100mL)				<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)			
Quebradas	Q. 1	250000				11000			
	Q. 2	149000				900			
	Q. 3	10900				4400			
	Q. 4	12500				500			
	Q. 5	85000				14000			

628

629 **Figura 2.** Apertura para parcelaciones dentro del ecosistema de referencia que corresponde a un

630 predio de 29ha que se ubica en el costado sur occidente del predio La Montaña, corregimiento

631 San Cristóbal, Medellín



633 **Material suplementario de: Caracterización ambiental y formulación del plan de**
 634 **recuperación ecológica de La Montaña, predio ubicado en la región noroccidental del Valle**
 635 **de Aburrá.**

636 **Anexo 1.** Tabla de vegetación asociada a los tipos de coberturas del predio “La Montaña”,
 637 corregimiento de San Cristóbal, Medellín, con su respectivo hábito de crecimiento y categoría de
 638 origen. Simbología: P. Pot: pastizal potrero, P. Arb: pastizal arbustivo, B. Nor: bosque norte, B.
 639 Sur: bosque sur

Especie	Habito	Categoría	P.	P.	B.	B.
			Pot	Arb	Nor	Sur
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Árbol	Nativa		1		
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Hierba	Cosmopolita, naturalizada	1	1		
<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	Hierba	Nativa				1
<i>Asplenium</i> sp.	Hierba	Nativa			1	
<i>Austro eupatorium inulifolium</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Hierba, arbusto	Nativa			1	1
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Hierba	Nativa, cultivada		1		1
<i>Bidens pilosa</i> L.	Hierba	Nativa	1		1	
<i>Blechnum occidentale</i> L.	Hierba	Nativa				1
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) Kunth ex C.B. Clarke	Hierba	Nativa	1	1		

<i>Calea sessiliflora</i> Less.	Hierba	Nativa (endémica)	1	1	
<i>Callisia gracilis</i> (Kunth) D.R. Hunt	Hierba	Nativa			1
<i>Carex longii</i> Mack.	Hierba	Nativa	1		
<i>Castilleja arvensis</i> Schltld. & Cham.	Hierba	Nativa	1	1	
<i>Cavendishia pubescens</i> (Kunth) Hemsl.	Arbusto	Nativa			1
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Hierba	Nativa	1		
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	Arbusto	Nativa	1	1	1
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	Arbusto, Árbol	Nativa		1	
<i>Clusia ducu</i> Benth.	Arbusto, Árbol	Nativa			1 1
<i>Clusia multiflora</i> Kunth	Árbol	Nativa		1	
<i>Clusia sp.</i>	Arbusto, árbol	Nativa		1	
<i>Clusia sp.</i>	Arbusto, árbol	Nativa			1
<i>Coccocypselum hirsutum</i> Bartl. ex DC.	Hierba	Nativa			1 1

<i>Coix lacryma-jobi</i> L.	Hierba	Cosmopolita, naturalizada	1			
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Hierba	Nativa	1		1	1
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	Hierba	Introducida		1		
<i>Croton magdalenensis</i> Müll. Arg.	Árbol	Nativa			1	
<i>Cuphea racemosa</i> (L. f.) Spreng.	Hierba	Nativa	1	1	1	
<i>Cuphea</i> sp.	Hierba	Desconocido	1			
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Árbol	Introducida, cultivada			1	1
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Hierba	Introducida, naturalizada	1	1	1	1
<i>Cynoglossum amabile</i> Stapf & J.R. Drumm.	Hierba, arbusto	Introducida, naturalizada		1		
<i>Cyperus niger</i> Ruiz & Pav.	Hierba	Nativa	1			
<i>Dendrophthora avenia</i> (Trel.) Kuijt	Arbusto, hemiparásita	Nativa (endémica)		1		
<i>Dendrophthora obliqua</i> (C. Presl) Wiens	Arbusto, hemiparásita	Nativa				1
<i>Desmodium</i> sp.	Hierba	Nativa		1		
<i>Dichanthelium viscidellum</i> (Scribn.) Gould	Hierba	Nativa	1		1	

<i>Duranta mutisii</i> L. f.	Arbusto	Nativa		1	1
<i>Eleutheranthera tenella</i> (Kunth) H. Rob.	Hierba	Nativa		1	
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Hierba	Nativa, subcosmopolita			1
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	Hierba	Nativa	1	1	
<i>Fleischmannia granatensis</i> R.M. King & H. Rob.	Hierba	Nativa		1	1
<i>Fuchsia boliviana</i> Carrière	Arbusto	Introducida, naturalizada		1	1
<i>Furcraea cabuya</i> Trel.	Hierba	Nativa y cultivada	1		
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	Hierba	Nativa	1	1	1
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Hierba	Nativa	1	1	
<i>Holcus lanatus</i> L.	Hierba	Cosmopolita, naturalizada	1	1	1
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Hierba	Introducida, naturalizada	1	1	1
<i>Ilex laurina</i> Kunth	Árbol	Nativa			1
<i>Kalanchoe daigremontiana</i> Raym.- Hamet & H. Perrier	Hierba	Introducida, cultivada	1	1	1

<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	Hierba	Nativa	1	1		
<i>Lantana camara</i> L.	Hierba, arbusto	Nativa			1	
<i>Lantana hirta</i> Graham	Hierba, arbusto	Nativa			1	
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson	Hierba, arbusto	Nativa	1		1	1
<i>Lysimachia minima</i> (L.) U. Manns & Anderb.	Hierba	Nativa		1		
<i>Mentha spicata</i> L.	Hierba	Introducida, cultivada		1	1	
<i>Miconia caudata</i> (Bonpl.) DC.	Arbusto, árbol	Nativa		1	1	1
<i>Miconia domociliata</i> Michelang.	Arbusto, Árbol	Nativa	1	1	1	
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Arbusto, árbol	Nativa		1	1	1
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	Arbusto, árbol	Nativa	1		1	1
<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Hemiepífita, arbusto	Nativa	1	1	1	1
<i>Monochaetum multiflorum</i> (Bonpl.) Naudin	Hierba	Nativa (endémica)			1	

<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	Árbol	Nativa (endémica)	1	1
<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl	Hierba	Cultivada	1	1
<i>Oxalis</i> sp.	Hierba	Nativa	1	
<i>Oxalis integra</i> R. Knuth	Hierba	Nativa	1	
<i>Oxypetalum cordifolium</i> (Vent.) Schltr.	Hierba, enredadera	Nativa		1
<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Arbusto, árbol	Nativa	1	1
<i>Paspalum</i> sp.	Hierba	Desconocido	1	
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	Hierba	Nativa	1	
<i>Passiflora</i> sp.	Hierba hemiepífita	Nativa		1
<i>Pavonia paniculata</i> Cav.	Arbusto	Nativa		1
<i>Pavonia sepioides</i> Fryxell & Krapov.	Arbusto	Nativa		1
<i>Pecluma</i> sp.	Hiebra	Desconocido	1	
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Hierba	Cosmopolita, naturalizada	1	
<i>Peperomia san-joseana</i> C. DC.	Hierba	Nativa	1	1

	Hierba					
<i>Peperomia tetraphylla</i> Hook. & Arn.	litófito o epífita	Nativa	1	1		
<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Árbol	Nativa				1
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Hierba	Nativa	1	1		
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	Árbol	Nativa		1	1	
<i>Phytolacca</i> sp.	Hierba	Nativa		1		
<i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm.	Hierba	Nativa y cultivada		1		
<i>Piper eriopodon</i> (Miq.) C. DC.	Arbusto	Nativa				1
<i>Piper calceolarium</i> C. DC.	Hierba	Nativa		1	1	
<i>Piper crassinervium</i> Kunth	Arbusto	Nativa		1	1	
<i>Plantago major</i> L.	Hierba	Introducida, naturalizada	1	1	1	
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	Hierba	Nativa	1	1	1	1
<i>Polygala paniculata</i> L.	Hierba	Nativa	1	1	1	
<i>Polygonum nepalense</i> Meisn.	Hierba	Introducida, naturalizada		1	1	
<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	Hierba	Nativa		1		

<i>Prunus</i> sp.	Arbusto, árbol	Desconocido	1		
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Arbusto, Árbol	Nativa y cultivada	1	1	1
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Hierba	Nativa			1
<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton	Hierba	Nativa	1		
<i>Rhynchospora kunthii</i> Nees ex Kunth	Hierba	Nativa	1		
<i>Rodriguezia granadensis</i> Rchb. f.	Hierba, epífita	Nativa (endémica)			1
<i>Rubus robustus</i> C. Presl	Hierba	Nativa		1	1
<i>Rubus rosifolius</i> Sm.	Hierba	Introducida, naturalizada			1
<i>Rumex crispus</i> L.	Hierba	Introducida, naturalizada		1	1
<i>Rynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	Hierba	Nativa	1	1	1
<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	Hierba	Nativa			1
<i>Saurauia ursina</i> Wurdack	Arbusto, árbol	Nativa			1
<i>Senna pistaciifolia</i> (Kunth) H.S. Irwin & Barneby	Árbol	Nativa			1

<i>Sida poeppigiana</i> (K. Schum.) Fryxell	Hierba	Nativa	1	1	1
<i>Smilax tomentosa</i> Kunth	Hemiepífita, liana	Nativa		1	
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Hierba	Nativa		1	1
<i>Solanum atropurpureum</i> Schrank	Hierba	Nativa		1	
<i>Solanum ovalifolium</i> Dunal	Arbusto, árbol	Nativa		1	1
<i>Solanum quitoense</i> Lam.	Arbusto	Nativa y cultivada		1	
<i>Spermacoce remota</i> Lam.	Hierba	Nativa	1	1	1
<i>Spermacoce</i> sp.	Hierba	Nativa		1	
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.	Hierba	Nativa		1	1
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	Hierba, hemiepífita	Introducida, cultivada		1	1
<i>Tibouchina kingii</i> Wurdack	Hierba, arbusto	Nativa (Endémica)	1	1	
<i>Tillandsia</i> sp.	Hierba	Nativa		1	
<i>Tillandsia longifolia</i> Baker	Hierba, epífita	Nativa			1
<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	Árbol	Nativa	1	1	1

<i>Trifolium repens</i> L.	Hierba	Introducida, naturalizada	1	1	1	
<i>Varronia cylindristachya</i> Ruiz & Pav.	Arbusto, árbol	Nativa				1
<i>Verbena officinalis</i> L.	Hierba	Subcosmopolita, cultivada	1			
<i>Verbesina humboldtii</i> Spreng.	Árbol	Nativa			1	
<i>Viburnum tinoides</i> L. f.	Árbol	Nativa				1
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Árbol	Nativa			1	1
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Árbol	Nativa				1
Total, de especies 124			42	50	68	51

640

641 **Anexo 2.** Listado de especies de aves registradas para el predio La Montaña, corregimiento de

642 San Cristóbal, Medellín. Simbología D: Dieta, P-S (plantas-semillas), O (omnívoro), F-N (frutos-

643 néctar), Inv (Invertebrados), V-P-Ca (vertebrados-peces-carroña), y #Tt: Número total de

644 individuos observados, N/E: no evaluado; las especies señaladas en negrita cumplen un rol

645 dispersor.

646

647

Nombre científico	D	#Tt	Nombre científico	D	#Tt
<i>Elaenia frantzii</i> Lawrence, 1865	F-N	N/E	<i>Pitangus sulphuratus</i> Linnaeus, 1766	O	4
<i>Cardellina canadensis</i> Linneo, 1766	Inv	N/E	<i>Patagioenas cayennensis</i> Bonnaterre, 1792	F-N	3
<i>Diglossa cyanea</i> Lafresnaye, 1840	Inv	N/E	<i>Bubulcus ibis</i> Linnaeus, 1758	Inv	3
<i>Megascops choliba</i> Vieillot, 1817	Inv	N/E	<i>Picumnus olivaceus</i> Lafresnaye, 1845	Inv	3
<i>Nyctibius griseus</i> Gmelin, 1789	Inv	N/E	<i>Diglossa sittoides</i> Lafresnaye, 1838	O	3
<i>Sclerurus obscurior</i> Hartert, 1901	Inv	N/E	<i>Columbina talpacoti</i> Temminck, 1810	P-S	3
<i>Todirostrum cinereum</i> Linnaeus, 1766	Inv	N/E	<i>Patagioenas fasciata</i> Say, 1822	P-S	3
<i>Zimmerius chrysops</i> P.L. Sclater, 1859	Inv	N/E	<i>Spinus psaltria</i> Say, 1822	P-S	3
<i>Streptoprocne zonaris</i> Shaw, 1796	Inv	30	<i>Ramphocelus</i> <i>flammigerus</i> Selby, 1833	F-N	2
<i>Synallaxis azarae</i> d'Orbigny, 1835	Inv	24	<i>Saltator olivascens</i> Cabanis, 1849	F-N	2
<i>Tiaris olivaceus</i> Linnaeus, 1766	P-S	22	<i>Camptostoma obsoletum</i> Temminck, 1824	Inv	2

<i>Turdus fuscater</i> Lafresnaye, 1837	O	18	<i>Chlorospingus flavopectus</i> Du Bus de Gisignies, 1847	Inv	2
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> Vieillot, 1817	Inv	16	<i>Myiarchus cephalotes</i> Taczanowski, 1879	Inv	2
<i>Zonotrichia capensis</i> Müller, 1776	P-S	16	<i>Phimosus infuscatus</i> Lichtenstein, 1823	Inv	2
<i>Grallaria ruficapilla</i> Lafresnaye, 1842	Inv	11	<i>Pheucticus ludovicianus</i> Linnaeus, 1766	O	2
<i>Myioborus miniatus</i> Swainson, 1827	Inv	11	<i>Turdus ignobilis</i> Sclater, 1858	O	2
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	Inv	10	<i>Sicalis flaveola</i> Linnaeus, 1766	P-S	2
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	P-S	10	<i>Milvago chimachima</i> Vieillot, 1816	V-P-Ca	2
<i>Zenaida auriculata</i> des Murs, 1847	P-S	10	<i>Rupornis magnirostris</i> Gmelin, 1788	V-P-Ca	2
<i>Thraupis palmarum</i> Wied- Neuwied, 1821	F-N	9	<i>Chlorostilbon</i> <i>melanorhynchus</i> Gould, 1860	F-N	1
<i>Coragyps atratus</i> Bechstein, 1793	V-P-Ca	9	<i>Coereba flaveola</i> Linnaeus, 1758	F-N	1
<i>Ortalis columbiana</i> Hellmayr, 1906	F-N	8	<i>Molothrus oryzivorus</i> Gmelin, 1788	F-N	1

<i>Pheugopedius mystacalis</i> Sclater, 1860	Inv	8	<i>Sporathraupis cyanocephala</i> Lafresnaye, 1837	F-N	1
<i>Stilpnia heinei</i> Cabanis, 1851	F-N	7	<i>Tangara v. vassorii</i> Boissonneau, 1840	F-N	1
<i>Henicorhina leucophrys</i> Tschudi, 1844	Inv	7	<i>Catharus ustulatus</i> Nuttall, 1840	Inv	1
<i>Cathartes aura</i> Linnaeus, 1758	V-P-Ca	7	<i>Colaptes rubiginosus</i> Swainson, 1820	Inv	1
<i>Colibri cyanotus</i> Bourcier, J 1843	F-N	6	<i>Cyanolyca armillata</i> Gray, 1845	Inv	1
<i>Molothrus bonariensis</i> Gmelin, 1789	Inv	6	<i>Diglossa caerulescens</i> P.L. Sclater, 1856	Inv	1
<i>Setophaga fusca</i> Müller, 1776	Inv	6	<i>Dryobates fumigatus</i> Heine, 1863	Inv	1
<i>Stilpnia vitriolina</i> Cabanis, 1850	Inv	6	<i>Empidonax virescens</i> Vieillot, 1818	Inv	1
<i>Thraupis episcopus</i> Linnaeus, 1766	O	6	<i>Geothlypis philadelphia</i> Wilson, 1810	Inv	1
<i>Stilpnia cyanicollis</i> Lafresnaye, 1837	F-N	5	<i>Momotus aequatorialis</i> Gould, 1858	Inv	1
<i>Saltator striatipectus</i> Lafresnaye, 1847	Inv	5	<i>Piaya cayana</i> Linnaeus, 1766	Inv	1

<i>Troglodytes aedon</i> Vieillot, 1809	Inv	5	<i>Synallaxis albescens</i> Temminck, 1823	Inv	1
<i>Amazilia tzacatl</i> De la Llave, 1833	F-N	4	<i>Tangara nigroviridis</i> Lafresnaye, 1843	Inv	1
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> Vieillot, 1817	Inv	4	<i>Thamnophilus</i> <i>multistriatus</i> Lafresnaye, 1844	Inv	1
<i>Vanellus chilensis</i> Molina, 1782	Inv	4	<i>Myadestes ralloides</i> d'Orbigny, 1840	O	1
<i>Atlapetes albinucha</i> Lafresnaye, 1838	O	4	<i>Caracara plancus</i> Miller, 1777	V-P-Ca	1
<i>Cyanocorax yncas</i> Boddaert, 1783	O	4			

648

649 **Anexo 3.** Listado de especies de mamíferos registrados para el predio La Montaña, corregimiento
650 de San Cristóbal, Medellín., con su respectiva dieta alimenticia y el tipo de registro; las especies
651 señaladas en negrita cumplen un rol potencial dispersor.

Nombre común	Nombre científico	Dieta	Tipo de registro
Chucha mantquera	<i>Marmosops</i> sp	omnívoro	cámara trampa

Vaca	<i>Bos Taurus</i> Linnaeus,1758	herbívoro	cámara trampa
Perro	<i>Canis lupus familiaris</i> Linnaeus,1758	omnívoro/carnívoro	cámara trampa
Puercoespín	<i>Coendou rufescens</i> Gray, 1865	herbívoro	indirecto
Chuca orejinegra	<i>Didelphis marsupialis</i> Linnaeus,1758	omnívoro	cámara trampa
Caballo	<i>Equus ferus caballus</i> Linnaeus,1758	herbívoro	cámara trampa
Gato	<i>Felis catus</i> Schreber, 1775	carnívoro	cámara trampa
Murciélago	<i>Molossus cf. bondae</i> J. A. Allen, 1904	insectívoro	audiomoth
Murciélago	<i>Molossus cf. molossus</i> Pallas, 1766	insectívoro	audiomoth
Murciélago	<i>Myotis cf. nigricans</i> , Schinz, 1821	insectívoro	audiomoth
Murciélago	<i>Nyctinomops cf. macrotis</i> Gray, 1840	insectívoro	audiomoth
Conejo	<i>Sylvilagus nicefori</i> Thomas,1921	herbívoro	indirecto
Ardilla cola roja	<i>Syntheosciurus granatensis</i> Humboldt, 1811	omnívoro	cámara trampa
Oso hormiguero	<i>Tamandua mexicana</i> Saussure, 1860	insectívoro	anecdótico
Ratones de monte		omnívoro	cámara trampa

653 **Anexo 4.** Tabla de vegetación de referencia: Árboles y arbustos, endémicos y nativos, en una
 654 altitud de 2000-2500 msnm, pertenecientes del Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), en
 655 Medellín, tomado de <http://www.tropicos.org/Project/Catalogo-de-Antioquia> (Idarraga-P *et al.*
 656 2011)

Flora de referencia	Hábito
<i>Abarema lehmannii</i> (Britton & Rose ex Britton & Killip) Barneby & J.W. Grimes	árboles
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	árboles
<i>Acaciella angustissima</i> (Mill.) Britton & Rose	árboles
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schldtl.	Árbol/arbusto
<i>Adenaria floribunda</i> Kunth	Árbol/arbusto
<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	arbustos
<i>Ageratina popayanensis</i> (Hieron.) R.M. King & H. Rob.	arbustos
<i>Ageratina tinifolia</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	arbustos
<i>Alfaroa colombiana</i> G. Lozano C., Hern. Cam. & Espinal	árboles
<i>Allophylus excelsus</i> (Triana & Planch.) Radlk.	Árbol/arbusto
<i>Alsophila erinacea</i> (H. Karst.) D.S. Conant	árboles
<i>Aphelandra runcinata</i> Klotzsch ex Nees	arbustos
<i>Arachnothryx colombiana</i> (Rusby) Steyerf.	Árbol/arbusto
<i>Asclepias curassavica</i> L.	arbustos
<i>Austroeupatorium inulifolium</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	arbustos
<i>Axinaea lehmannii</i> Cogn.	arbustos
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Árbol/arbusto
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC.	Árbol/arbusto

<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	arbustos
<i>Baccharis nitida</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	arbustos
<i>Billia rosea</i> (Planch. & Linden) C. Ulloa & P. Jørg.	árboles
<i>Blakea princeps</i> (Linden ex Mast.) Cogn.	árboles
<i>Blakea quadrangularis</i> Triana	Árbol/arbusto
<i>Bocconia frutescens</i> L.	Árbol/arbusto
<i>Boehmeria aspera</i> Wedd.	arbustos
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	arbustos
<i>Brunellia amayensis</i> C.I. Orozco	árboles
<i>Brunellia occidentalis</i> Cuatrec.	Árbol/arbusto
<i>Brunellia sibundoya</i> Cuatrec.	árboles
<i>Brunellia subsessilis</i> Killip & Cuatrec.	árboles
<i>Brunellia trianae</i> Cuatrec.	árboles
<i>Burmeistera montipomum</i> E. Wimm.	arbustos
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	árboles
<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	árboles
<i>Calea glomerata</i> Klatt	arbustos
<i>Capsicum dimorphum</i> (Miers) Kuntze	arbustos
<i>Capsicum lycianthoides</i> Bitter	arbustos
<i>Casearia quinduensis</i> Tul.	arbustos
<i>Cavendishia guatapeensis</i> Mansf.	arbustos
<i>Cavendishia pubescens</i> (Kunth) Hemsl.	arbustos
<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	árboles
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	árboles
<i>Centropogon cornutus</i> (L.) Druce	arbustos

<i>Centropogon ferrugineus</i> (L. f.) Gleason	arbustos
<i>Centropogon trianae</i> Zahlbr.	arbustos
<i>Cestrum tomentosum</i> L. f.	arbustos
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	árboles
<i>Cleome anomala</i> Kunth	arbustos
<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	arbustos
<i>Clethra fagifolia</i> Kunth	árboles
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	árboles
<i>Clibadium grandifolium</i> S.F. Blake	arbustos
<i>Clibadium pentaneuron</i> S.F. Blake	arbustos
<i>Clibadium surinamense</i> L.	arbustos
<i>Clibadium trianae</i> (Hieron.) S.F. Blake	arbustos
<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	Árbol/arbusto
<i>Clusia brachycarpa</i> Cuatrec.	árboles
<i>Clusia decussata</i> Ruiz & Pav. ex Planch. & Triana	Árbol/arbusto
<i>Clusia ducu</i> Benth.	Árbol/arbusto
<i>Clusia ducuoides</i> Engl.	Árbol/arbusto
<i>Clusia loranthacea</i> Planch. & Triana	Árbol/arbusto
<i>Clusia multiflora</i> Kunth	Árbol/arbusto
<i>Clusia trochiformis</i> Vesque	árboles
<i>Cordia barbata</i> J. Estrada	Árbol/arbusto
<i>Cordia resinosa</i> J. Estrada	Árbol/arbusto
<i>Cordia rubescens</i> J. Estrada	Árbol/arbusto
<i>Cordia venosa</i> Killip	árboles

<i>Coriaria ruscifolia</i> L.	arbustos
<i>Couepia platycalyx</i> Cuatrec.	árboles
<i>Critoniella acuminata</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	arbustos
<i>Critoniella vargasiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	arbustos
<i>Critoniopsis lindenii</i> Sch. Bip.	Árbol/arbusto
<i>Crotalaria micans</i> Link	arbustos
<i>Cuatresia riparia</i> (Kunth) Hunz.	arbustos
<i>Cyathea meridensis</i> H. Karst.	árboles
<i>Cybianthus iteoides</i> (Benth.) G. Agostini	arbustos
<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Árbol/arbusto
<i>Dendrophorbium barkleyanum</i> (Cuatrec.) C. Jeffrey	arbustos
<i>Desmodium intortum</i> (Mill.) Urb.	arbustos
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	árboles
<i>Drimys granadensis</i> L. f.	Árbol/arbusto
<i>Dunalia solanacea</i> Kunth	arbustos
<i>Elaphandra lehmannii</i> (Hieron.) Pruski	arbustos
<i>Elaphandra patentipilis</i> (S.F. Blake) Pruski & G.P. Méndez	arbustos
<i>Erato vulcanica</i> (Klatt) H. Rob.	arbustos
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	árboles
<i>Ficus americana</i> Aubl.	árboles
<i>Ficus dulciaria</i> Dugand	árboles
<i>Ficus gigantosyce</i> Dugand	árboles
<i>Ficus mutisii</i> Dugand	árboles
<i>Ficus tonduzii</i> Standl.	árboles
<i>Freziera arbutifolia</i> Triana & Planch.	árboles

<i>Freziera chrysophylla</i> Bonpl.	Árbol/arbusto
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	arbustos
<i>Gaultheria buxifolia</i> Willd.	arbustos
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	arbustos
<i>Geonoma orbignyana</i> Mart.	arbustos
<i>Glossoloma ichthyoderma</i> (Hanst.) J.L. Clark	arbustos
<i>Godoya antioquiensis</i> Planch.	árboles
<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.) Triana	arbustos
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	árboles
<i>Hebeclinium escobariae</i> H. Rob.	arbustos
<i>Hebeclinium phoeniticum</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	arbustos
<i>Hedyosmum bonplandianum</i> Kunth	Árbol/arbusto
<i>Hedyosmum crenatum</i> Occhioni	árboles
<i>Hedyosmum goudotianum</i> Solms	Árbol/arbusto
<i>Hedyosmum mexicanum</i> C. Cordem.	árboles
<i>Hedyosmum translucidum</i> Cuatrec.	árboles
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	Árbol/arbusto
<i>Hoffmannia longipetiolata</i> Pol.	arbustos
<i>Hydrangea peruviana</i> Moric.	árboles
<i>Inga densiflora</i> Benth.	árboles
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	árboles
<i>Inga ornata</i> Kunth	árboles
<i>Inga punctata</i> Willd.	árboles
<i>Inga sierrae</i> Britton & Killip	árboles
<i>Inga villosissima</i> Benth.	árboles

<i>Juglans neotropica</i> Diels	árboles
<i>Kohleria spicata</i> (Kunth) Oerst.	arbustos
<i>Leandra subseriata</i> (Naudin) Cogn.	Árbol/arbusto
<i>Lepechinia bullata</i> (Kunth) Epling	Árbol/arbusto
<i>Lepidaploa canescens</i> (Kunth) H. Rob.	arbustos
<i>Licania cabreræ</i> Prance	Árbol/arbusto
<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H. Hara	arbustos
<i>Lycianthes radiata</i> (Sendtn.) Bitter	arbustos
<i>Macrocarpaea macrophylla</i> (Kunth) Gilg	arbustos
<i>Magnolia espinalii</i> (G. Lozano C.) Govaerts	árboles
<i>Meriania antioquiensis</i> L. Uribe	árboles
<i>Meriania nobilis</i> Triana	árboles
<i>Meriania quintuplinervis</i> Naudin	arbustos
<i>Meriania tuberculata</i> Triana	arbustos
<i>Miconia aeruginosa</i> Naudin	arbustos
<i>Miconia aggregata</i> Gleason	arbustos
<i>Miconia asperrima</i> Triana	arbustos
<i>Miconia caudata</i> (Bonpl.) DC.	Árbol/arbusto
<i>Miconia elaeoides</i> Naudin	arbustos
<i>Miconia grandiflora</i> Cogn.	árboles
<i>Miconia jahnii</i> Pittier	arbustos
<i>Miconia laetivirens</i> L. Uribe	árboles
<i>Miconia lehmannii</i> Cogn.	Árbol/arbusto
<i>Miconia lonchophylla</i> Naudin	árboles
<i>Miconia notabilis</i> Triana	arbustos

<i>Miconia psychrophila</i> Naudin	arbustos
<i>Miconia quintuplinervia</i> Cogn.	árboles
<i>Miconia resima</i> Naudin	Árbol/arbusto
<i>Miconia subalpina</i> Gleason	arbustos
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	Árbol/arbusto
<i>Miconia wurdackii</i> L. Uribe	Árbol/arbusto
<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	arbustos
<i>Mollinedia tomentosa</i> (Benth.) Tul.	arbustos
<i>Monnina aestuans</i> (L. f.) DC.	arbustos
<i>Monnina fastigiata</i> (Bonpl.) DC.	arbustos
<i>Monnina solandrifolia</i> Triana & Planch.	Árbol/arbusto
<i>Monochaetum multiflorum</i> (Bonpl.) Naudin	arbustos
<i>Morus insignis</i> Bureau	árboles
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	arbustos
<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.	arbustos
<i>Nageia rospigliosii</i> (Pilg.) de Laub.	árboles
<i>Ossaea micrantha</i> (Sw.) Macfad. ex Cogn.	arbustos
<i>Palicourea andaluciana</i> Standl.	arbustos
<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	Árbol/arbusto
<i>Palicourea apicata</i> Kunth	Árbol/arbusto
<i>Palicourea cogolloi</i> C.M. Taylor	Árbol/arbusto
<i>Palicourea lasiorrhachis</i> Oerst.	arbustos
<i>Palicourea weberbaueri</i> K. Krause	Árbol/arbusto
<i>Panopsis polystachya</i> (Kunth) Kuntze	árboles

<i>Pentacalia huilensis</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	arbustos
<i>Pentacalia ledifolia</i> (Kunth) Cuatrec.	arbustos
<i>Pentacalia theifolia</i> (Benth.) Cuatrec.	arbustos
<i>Pentacalia trianae</i> (Klatt) Cuatrec.	arbustos
<i>Perrottetia maxima</i> Cuatrec.	árboles
<i>Picramnia gracilis</i> Tul.	Árbol/arbusto
<i>Piper archeri</i> Trel. & Yunck.	árboles
<i>Piper artanthe</i> C. DC.	arbustos
<i>Piper brisasense</i> Yunck.	arbustos
<i>Piper daniel-gonzalezii</i> Trel.	arbustos
<i>Piper eriopodon</i> (Miq.) C. DC.	arbustos
<i>Piper glanduligerum</i> C. DC.	arbustos
<i>Piper irazuatum</i> C. DC.	arbustos
<i>Piper scobinifolium</i> Yunck.	arbustos
<i>Piper tomas-albertoi</i> Trel. & Yunck.	arbustos
<i>Podandrogyne brachycarpa</i> (DC.) Woodson	arbustos
<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don	árboles
<i>Prunus antioquiensis</i> Pérez-Zab.	arbustos
<i>Prunus integrifolia</i> (C. Presl) Walp.	árboles
<i>Psychotria convergens</i> C.M. Taylor	arbustos
<i>Rauvolfia leptophylla</i> A.S. Rao	Árbol/arbusto
<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	arbustos
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	Árbol/arbusto
<i>Salvia pauciserrata</i> Benth.	arbustos
<i>Salvia rufula</i> Kunth	arbustos

<i>Satyria breviflora</i> Hoerold	arbustos
<i>Saurauia brachybotrys</i> Turcz.	Árbol/arbusto
<i>Saurauia cuatrecasiana</i> R.E. Schult.	árboles
<i>Saurauia spinuligera</i> R.E. Schult.	arbustos
<i>Saurauia stapfiana</i> Buscal.	Árbol/arbusto
<i>Saurauia ursina</i> Triana & Planch.	Árbol/arbusto
<i>Schefflera trianae</i> (Planch. & Linden ex Marchal) Harms	arbustos
<i>Schultesianthus coriaceus</i> (Kuntze) Hunz.	arbustos
<i>Sciodaphyllum undulatum</i> Jiménez-Mont., Idárraga & Lowry	árboles
<i>Senna hirsuta</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	arbustos
<i>Siparuna aspera</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	arbustos
<i>Siparuna laurifolia</i> (Kunth) A. DC.	arbustos
<i>Siparuna lepidota</i> (Kunth) A. DC.	Árbol/arbusto
<i>Siparuna stellulata</i> Perkins	arbustos
<i>Siphocampylus retrorsus</i> Vatke & E. Wimm.	arbustos
<i>Sloanea brevispina</i> Earle Sm.	árboles
<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	árboles
<i>Solanum nutans</i> Ruiz & Pav.	árboles
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	Árbol/arbusto
<i>Solanum ovalifolium</i> Dunal	arbustos
<i>Solanum scorpioideum</i> Rusby	arbustos
<i>Solanum stellatiglandulosum</i> Bitter	arbustos
<i>Solanum vestissimum</i> Dunal	arbustos
<i>Spigelia pedunculata</i> Kunth	arbustos
<i>Spirotheca rosea</i> (Seem.) P.E. Gibbs & W.S. Alverson	árboles

<i>Steiractinia klattii</i> (B.L. Rob. & Greenm.) S.F. Blake	arbustos
<i>Symbolanthus pterocalyx</i> Struwe	arbustos
<i>Tapura guianensis</i> Aubl.	Árbol/arbusto
<i>Thibaudia floribunda</i> Kunth	arbustos
<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.	Árbol/arbusto
<i>Tibouchina urvilleana</i> (DC.) Cogn.	arbustos
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	árboles
<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	árboles
<i>Vaccinium corymbodendron</i> Ruiz & Pav. ex Dunal	arbustos
<i>Vaccinium meridionale</i> Sw.	arbustos
<i>Varronia cylindristachya</i> Ruiz & Pav.	Árbol/arbusto
<i>Verbesina humboldtii</i> Spreng.	arbustos
<i>Viburnum axillare</i> Triana	Árbol/arbusto
<i>Viburnum tinoides</i> L. f.	arbustos
<i>Viburnum toronis</i> Killip & A.C. Sm.	arbustos
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	arbustos
<i>Viburnum undulatum</i> (Oerst.) Killip & A.C. Sm.	arbustos
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Árbol/arbusto
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Árbol/arbusto
<i>Vismia laevis</i> Triana & Planch.	Árbol/arbusto
<i>Weinmannia balbisiana</i> Kunth	Árbol/arbusto
<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth	arbustos
<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schldl. & Cham.	árboles
<i>Zanthoxylum quinduense</i> Tul.	árboles

657

658 **Anexo 5.** Potencial de regeneración. Tanto fuera como dentro del predio La Montaña contamos
659 con la presencia de cobertura boscosa. Exactamente hay 95 ha en las cuales se encuentran
660 especies de plantas adaptadas a las condiciones propias de la zona (Anexo 1). Estas especies son
661 clave para nuestro proyecto de recuperación, ya que representan una fuente importante de
662 propágulos. Además, en algunos de los pastizales del predio se han visto 16 especies de árboles y
663 arbustos nativos que poco a poco se han establecido y dan muestra de posibilidades de
664 regeneración natural en estos, siendo una fuente real de semillas que permitirán el
665 establecimiento futuro de nuevos individuos de estas especies.

666 Dentro de los animales que se observaron en el predio, es importante resaltar el papel de la fauna
667 dispersora. Esta está principalmente conformada por 32 aves y seis potenciales mamíferos. De las
668 aves, especies como *Tiaris olivaceus* Linnaeus, 1766, *Turdus fuscater* Lafresnaye, 1837,
669 *Zonotrichia capensis* Müller, 1776, fueron las más frecuentes. *Tiaris olivaceus* es un dispersor
670 común en los pastizales y campos con malezas (eBird 2021). En consecuencia, permitirá la
671 dispersión y conectividad entre áreas de pastizal y bosque secundario del predio. En el estudio de
672 Velasco y Vargas (2008) se encontró que *Turdus fuscater* y *Zonotrichia capensis* fueron las
673 especies de aves que más usaron las estructuras de perchas, éstas tienen el fin de influenciar la
674 dispersión de semillas y favorecer la sucesión vegetal, estrategia que en nuestro caso se podría
675 aprovechar por el alto número de registros de estas aves.

676 *Didelphis marsupialis*, *Marmosa* sp, y *Syntheosciurus granatensis* fueron observadas en repetidas
677 ocasiones y en diferentes coberturas del predio, sus hábitos omnívoros les facilitan adaptarse a
678 estos ambientes cambiantes y su relación con las semillas facilitan la dispersión de especies

679 vegetales en ambientes perturbados (DeMattia *et al.* 2004). Estos mamíferos consiguen alejar las
680 semillas que ingieren de la mortalidad experimentada cerca de los árboles madre, también
681 influyen en la colonización de nuevos hábitats disponibles favoreciendo su germinación (Howe y
682 Smallwood 1982, Traveset *et al.* 2007), lo cual es de gran relevancia para la posible dispersión y
683 éxito de germinación dentro de los sitios en los que se pretende recuperar.

684

685 **Anexo 6.** Estrategias a implementar en del plan de recuperación ecológica para un sitio en la
686 región Nor-Occidental del Valle de Aburra (predio La Montaña) Medellín. Este se basa en el
687 diagnóstico ambiental realizado y el análisis de los pasos previos necesarios en un plan de
688 restauración ecológica (Vargas *et al.* 2012) Este diseño consiste en 10 estrategias de diversa
689 índole que se espera completar su implementación en un periodo de 5 años.

690

691 Disturbio 1: Alteración suelos y hábitat.

692 Balance de nutrientes en los suelos: Se pretende mejorar los niveles de fósforo y
693 nitrógeno en los sitios que presentaron baja presencia de ellos, como en el pastizal
694 arbustivo y el bosque sur. Se plantarán algunos árboles del género Croton, ya que esta
695 especie ha mostrado tener algunas propiedades de redireccionar fósforo atmosférico hacia
696 el suelo por el agua que escurre en sus troncos (Vásquez y Villegas 2021).

697 Para los sitios que presentaron bajos niveles de nitrógeno, como el pastizal potrero,
698 recurriremos a la fijación biológica por medio de la relación simbiótica de los
699 microorganismos y las plantas de leguminosas (Paredes 2013). Por lo tanto, sembraremos
700 en los potreros especies de la familia Leguminosae, en lo posible variedades locales de
701 frijoles, alverjas, habichuelas o del país a los cuales se les puede dar un uso alimenticio.

702 Creación de hábitat a través de trasplante de suelo: Esta actividad se llevará a cabo en los
703 sitios de potrero y bosque abierto en donde se encuentre un suelo muy expuesto. Este
704 consiste en el depósito de material vegetal como la hojarasca, mantillo del suelo y troncos
705 que sean residuo de bosques aledaños o del mismo bosque secundario del predio. Esto se
706 realiza con el fin de que pueda servir de hábitat o recurso para fauna tanto invertebrada y
707 vertebrada. Este material de hojarasca y mantillo del suelo puede aportar semillas al
708 banco de semillas, pero también puede traer esporas y micelios de microorganismos que
709 pueden contribuir a recuperar la microflora del suelo (Vargas O. 2011)

710 Creación de núcleos de vegetación: Los núcleos consisten en arreglos de especies
711 sembradas en grupos y no en forma de plantación forestal, con el fin activar los procesos
712 de sucesión generando parches de vegetación en las zonas abiertas sin cobertura (Avila y
713 Vargas 2011). Esto se pretende implementar en los pastizales potrero del norte y sur. Los
714 núcleos serán conformados por mezclas de especies pertenecientes a las familias
715 Melastomataceae, Rubiaceae, Ericaceae y Asteraceae, así como *Vismia* spp. y *Cecropia*
716 spp, las cuales cuentan con frutos carnosos y son muy atractivas para atraer a los
717 dispersores.

718 Mejoramiento de cauces: Es necesario trabajar en el mejoramiento físico y biológico de
719 todas las quebradas del predio. Se realizarán siembras de vegetación ribereña con el fin
720 de actuar como barrera física entre algunos desechos de las proximidades y su cauce,
721 además de retener el suelo y generar sombra. Algunas de las especies a usar son *Canna*
722 *indica* y *Heliconia burleana*. Adicionalmente se pretende explorar el uso de especies
723 pertenecientes nativas a las familias Asteraceae, Piperaceae, Cyclanthaceae y otras del
724 orden Zingiberales que se caractericen por crecer en quebradas o zonas húmedas. Para la
725 quebrada 1 o cañada el yolombo estas siembras tendrán lugar en la zona norte, mas

726 exactamente en el inicio de su cauce dentro del predio, para las quebradas La García, La
727 García 2, y La Esmeralda las siembras tendrán lugar en la mitad de su curso que es donde
728 se ven las zonas más expuestas, para la quebrada La borbollona la cual cuenta con buena
729 cobertura vegetal en su alrededor solo se sembrara en sitios muy puntuales y en su
730 mayoría especies que retengan el suelo.

731 Creación de vivero: Esta actividad es transversal a otras actividades propuestas como las
732 siembras de enriquecimiento y los núcleos. Esta actividad consiste en la construcción de
733 un pequeño vivero que cumpla los propósitos de propagación de especies y rescate de
734 plántulas del ecosistema de referencia que, como es de nuestro conocimiento, está siendo
735 intervenido por parcelaciones. Con la autorización del dueño del predio vecino haremos el
736 rescate de plántulas y semillas, que inicialmente pasarán por nuestro vivero para asegurar
737 que se encuentren aclimatadas y resistan el trasplante a los sitios de siembra. En sí, este
738 vivero será el paso intermedio entre los demás viveros locales, bosques aledaños y el sitio
739 final de siembra.

740 **Disturbio 2: Presencia de especies invasoras**

741 Erradicación de vegetación invasora: Para las especies *Thunbergia alata*, el ojo de poeta,
742 y la suculenta *Kalanchoe daigremontiana* se realizarán jornadas de erradicación manual,
743 que permitan retirar, en lo posible, todo el material vegetativo y en reproducción,
744 proseguido de triturar y compostar los residuos. Además, para el ojo de poeta se requiere
745 buscar algunas especies nativas que quizás puedan competir con su crecimiento. Se hará
746 un aprovechamiento de la especie *Pinus patula* para actividades propias del predio. El
747 banco de semillas que vaya quedando deberá ser monitoreado y erradicado con visitas a
748 los sitios de erradicación cada dos meses para controlar las plántulas que germinen de
749 estas especies.

750 Barrera 1: Presencia de especies invasoras

751 Además de la estrategia antes mencionada en relación con la vegetación invasora en este
752 caso se plantea la estrategia en relación con la fauna invasora.

753 Eliminación del pastoreo y presencia de domésticos: Se busca trasladar las vacas y
754 caballos que todavía puedan estar en las coberturas de pastizales, serán llevados a los
755 corrales de la zona de proyección económica del predio. En esta misma zona se está
756 creando un corral de animales con el fin de que los animales domésticos del predio
757 (perros, chivos, patos, conejos) no interfieran con las actividades de recuperación ni creen
758 conflictos con la fauna silvestre. Se buscará concertar con los vecinos más cercanos al
759 predio sobre el efecto de los perros y gatos sueltos y en lo posible se vigilará el predio con
760 el fin de prohibir la entrada de estos animales a éste.

761 Barrera 2: Contexto Agro/Urbano

762 Concientización de la comunidad: Se le compartirá el proyecto detalladamente al párroco
763 de la iglesia veredal. Este en la sección de avisos parroquiales de la misa dominical dará a
764 conocer el proyecto de restauración y divulgará los avances del mismo, esto con el fin de
765 informar a los habitantes de la vereda sobre los cambios que se presentarán en el paisaje
766 circundante, e invitarlos a cuidarlo entre todos. También se prestarán los espacios para
767 presentar charlas de educación ambiental y ecología para los habitantes de la vereda

768 Barrera 3: Carretera con alto flujo vehicular

769 Manejo de la carretera: En este sentido se requiere evitar el atropellamiento de fauna por
770 carros que transiten la vía que atraviesa este sector. Para esto se planea implementar
771 reductores de velocidad y colgar una serie de avisos que ilustre la presencia de las
772 especies en la zona y genere alertas en los conductores. También será necesario diseñar

773 varios pasos de fauna aéreas y terrestres en los sitios más óptimos para este fin, para que
774 conecten los fragmentos de bosque que hay dentro del predio.

775 Potencial de regeneración 1: Cobertura boscosa

776 Regeneración natural o espontánea: Para que la regeneración natural sea exitosa es
777 necesario eliminar o controlar los disturbios encontrados. Conociendo el potencial de
778 regeneración de las diferentes zonas podemos inferir que en áreas como la zona sur del
779 predio, la cual se encuentra rodeada por coberturas de bosque secundario, tanto dentro
780 como fuera del predio, será más factible que se presente una regeneración natural en
781 zonas expuestas. Esto se presentará al eliminar la presencia de vacas y caballos y las
782 especies vegetales invasoras que están creciendo allí, y esperando que se presente
783 germinación y establecimiento de nuevas plántulas.

784 Potencial de regeneración 2: Potreros arbustivos y fauna dispersora

785 Enriquecimiento de coberturas existentes: Esta estrategia se realizará en las zonas de
786 pastizales arbustivos. Lo que se busca es ampliar los bordes de los parches de bosque
787 secundario presente, con siembra de especies arbustivas (Asteraceae y Melastomataceae)
788 o árboles pequeños de rápido crecimiento, tales como (*Cecropia* spp, *Montanoa*
789 *quadrangularis*, *Vismia* sp.) que simularán las condiciones naturales de un bosque en
790 sucesión.

791

792 **Anexo 7.** Programa de monitoreo del plan de recuperación ecológica para un sitio en la región
793 Nor-Occidental del Valle de Aburrá (predio La Montaña), Medellín.

794 **Plan de monitoreo.** Se dispondrá de la línea base generada, cuya información servirá como
795 referencia para determinar cambios en el predio debido a las estrategias implementadas. Se

796 plantean cuatro actividades de monitoreo que permitirán determinar cambios en algunas
797 características bióticas y abióticas del predio como resultado de las estrategias implementadas.

798 7.1 Incremento de la cobertura boscosa: A través de las áreas actuales de todas las coberturas
799 dentro de predio se evaluará, con un intervalo de dos años, la expansión de las mismas. Esto
800 mediante el uso de herramientas de información geográfica y GPS. se realizarán salidas de campo
801 para definir nuevamente estas áreas y determinar la cobertura nueva que se tiene de bosque
802 secundario y potrero arbustivos, o que tan poco pastizal potrero queda presente.

803 En las zonas de núcleos se delimitará con el uso de un GPS la extensión inicial del mismo, y cada
804 cinco años se medirán nuevamente los bordes para determinar su incremento.

805 7.2 Cambios en el suelo y el agua: Transcurridos cinco años se realizarán nuevamente los análisis
806 de suelos por cobertura y los análisis de calidad de agua para las distintas quebradas.

807 7.3 Creación de parcelas fijas para monitoreo:

808 Para especies invasoras: En los focos de la erradicación dejaremos fijo tres parcelas, una en una
809 zona invadida por *Kalanchoe daigremontiana* Raym.-Hamet & H. Perrier, otra por el ojo de
810 poeta *Thunbergia alata* Bojer ex Sims, y otra en donde se realice el aprovechamiento de *Pinus*
811 *patula* Schltdl. & Chamy. Después de la erradicación visitaremos estas parcelas, cuatro meses
812 después, con el fin de contar cuantos individuos nuevos se presentan y qué porcentaje de esa
813 parcela está ocupada por la especie en cuestión.

814 Para especies nativas: Para las zonas donde se dejó actuar la regeneración espontánea crearemos
815 parcelas. En ellas se hará una marcación inicial de todos los individuos presentes. Cada 6 meses
816 volveremos para contar los nuevos individuos o restar los que ya no están presentes.

817 7.4 Cambios en la diversidad del predio: Se monitoreará constantemente la fauna y flora del lugar
818 a través de salidas recreativas o profesionales en donde se consiga fotografiar, e identificar las

819 diferentes especies de flora y fauna, adicionalmente dejaremos fijas dos cámaras trampas en las
820 coberturas boscosas con el fin de detectar nuevos registros de vertebrados.

821

822 **Literatura citada:**

823 Ávila, L. A. y O. Vargas. 2011. Núcleos de restauración de *Lupinus bogotensis* en claros de
824 plantaciones de *Pinus patula* y *Cupressus lusitánica*. En: Vargas R., O. y S. P. Reyes-B.
825 (eds.). La restauración ecológica en la práctica: Memorias I Congreso Colombiano de
826 Restauración Ecológica & II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica.
827 Universidad Nacional de Colombia. Gente Nueva Editorial. Bogotá D. C., Colombia. p. 444-
828 455.

829 DeMattia EA, Curran LM, Rathcke BJ. 2004. Efectos de pequeños roedores y grandes
830 mamíferos sobre semillas Neotropicales. *Ecología*, 85, 2161-2170. DOI:10.1890/03-0254
831 eBird. 2021. eBird: An online database of bird distribution and abundance. web site.
832 [Revisada en: 23 ago 2022]. <http://www.ebird.org>.

833 Howe H.F y Smallwood J. 1982. Ecología de la dispersión de semillas. *Revisión Anual de*
834 *Ecología y Sistemática* 13:201-228. DOI:10.1146

835 Idárraga-P A, Ortiz R. del C, Callejas R, Merello M. 2011 en adelante. Catálogo de las
836 Plantas Vasculares del Departamento de Antioquia. Tropicos, Botanical Information System
837 at the Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA. Web site. [Revisada en: 23 Ago
838 2022]. <http://www.tropicos.org/Project/Catalogo-de-Antioquia>

839 Paredes MC. 2013. Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas [en línea].
840 Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias.
841 Universidad Católica Argentina. Disponible en:
842 [http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/fijacion-biologica-nitrogeno-](http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/fijacion-biologica-nitrogeno-leguminosas.pdf)
843 [leguminosas.pdf](http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/fijacion-biologica-nitrogeno-leguminosas.pdf) [24/10/2022]

844 Traveset A, Robertson A W, Rodríguez-P J. 2007. A Review on the role of Endozoochory in
845 seed germination. En: Dennis A, Schupp E, Green R, Westcott D. Editores. Seed dispersal.
846 Theory and its application in a changing world. Wallingford, United Kingdom. pp. 78-103

847 Vargas O. 2011. Restauración Ecológica: Biodiversidad Y Conservación. Acta Biológica
848 Colom

849 Vargas O, Díaz J E, Reyes S P, Gómez-R P. 2012. Guías técnicas para la restauración
850 ecológica de los ecosistemas de Colombia, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia

851 Vásquez S, Villegas J C. 2021. Redistribution of Phosphate into the soil via hydrological
852 processes explained by functional traits in scattered trees of different species in the tropical
853 Andes. Conferencia: Unión Europea de Geociencias. DOI:10.5194/egusphere-egu21-7714

854 Velasco-L P y Vargas O. 2007. La dispersión por aves y la restauración de los ecosistemas
855 altoandinos. En: Vargas O, editores. Estrategias para la restauración ecológica del bosque
856 altoandino: el caso de la Reserva Forestal de Cagua. Universidad Nacional de Colombia,
857 Colciencias. Cundinamarca, Colombia. P.217-228

858

859