



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA



**PLAN DE RESTAURACION DEL BOSQUE SECO TROPICAL DE LA RESERVA
ECOLÓGICA DEL CERRO LA POPA JURISDICCIÓN DE LA DÉCIMA
BRIGADA EN EL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR-CESAR.**

AUTORES:

**Andrés Mauricio Medina Señas
Mary Alexandra Perdomo Ortiz**

DIRECTOR DEL PROYECTO:

**Hernando Carlos Oñate Barraza
Ingeniero Sanitario y Ambiental
Magister en Ingeniería Ambiental**

**Programa De Ingeniería Ambiental Y Sanitaria
Facultad De Ingeniería Y Tecnología
Universidad Popular Del Cesar
Valledupar, Cesar
2020**

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE GRAFICAS.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	14
3. OBJETIVOS.....	16
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4. MARCO REFERENCIAL.....	17
4.1. ANTECEDENTES.....	17
4.2. MARCO TEÓRICO.....	23
4.2.1. Bosque.....	23
4.2.1.1. <i>Clasificación de los bosques</i>	24
4.2.1.2. <i>Características del Bosque seco tropical</i>	27
4.2.1.3. <i>Cobertura del bosque seco tropical en Colombia</i>	29
4.2.2. Áreas de conservación.....	33
4.2.3. Servicios ecosistémicos de los bosques secos tropicales.....	36
4.2.4. Plan de restauración ecológica en bosques.....	36
4.3. MARCO CONCEPTUAL.....	47
4.4. MARCO CONTEXTUAL.....	51
4.4.1. Ubicación geográfica.....	51

4.4.2.	Clima	53
4.4.3.	Hidrografía	59
4.4.4.	Suelo	60
4.5.	MARCO LEGAL.....	62
4.6.	MARCO INSTITUCIONAL.....	65
4.6.1.	Misión.....	65
4.6.2.	Visión	65
4.6.3.	Símbolos de la Institución.....	66
5.	MARCO METODOLÓGICO.....	67
5.1.	LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN	67
5.1.1.	Línea de investigación.....	67
5.1.2.	Sublínea de investigación	67
5.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	67
5.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	67
5.4.	POBLACIÓN DE ESTUDIO	67
5.5.	MUESTRA POBLACIONAL	67
5.5.1.	Procedimiento de muestreo.....	68
5.6.	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	72
5.6.1.	Primera etapa.....	72
5.6.2.	Segunda etapa:.....	78
5.6.3.	Tercera etapa.....	79
6.	RESULTADOS Y ANALISIS.....	80

6.1. PLAN DE RESTAURACION DEL BOSQUE SECO TROPICAL DEL CERRO LA POPA	80
6.1.1. Descripción del ecosistema de referencia.....	80
6.1.2. Estado actual del ecosistema.....	87
6.1.3. Escalas y niveles de organización.....	105
6.1.4. Objetivos y metas de restauración.....	106
6.1.5. Escala de jerarquización de disturbio.....	107
6.1.6. Potencial de regeneración.....	109
6.1.7. Tensionantes o barreras para la restauración.....	132
6.1.8. Especies adecuadas para la restauración.....	136
6.1.9. Lugares recomendados para la restauración	144
6.1.10. Propuesta de acciones para la restauración	146
7. CONCLUSIONES.....	148
8. RECOMENDACIONES	151
9. BIBLIOGRAFIA	153
ANEXOS.....	159

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Áreas protegidas asociadas en RUNAP para el departamento del Cesar	33
Tabla 2. Principales disturbios antrópicos y naturales en los ecosistemas de Colombia.....	42
Tabla 3. Ejemplo de atributos para tener en cuenta en la selección de especies..	44
Tabla 4. Precipitación anual promedio de 1981-2010 de la ciudad de Valledupar	54
Tabla 5. Promedio de número de días con lluvia en un periodo de 1981-2010	55
Tabla 6. Temperatura media de la ciudad de Valledupar periodo 1981-2010	57
Tabla 7. Temperatura máxima media de la ciudad de Valledupar periodo 1981-2010.....	57
Tabla 8. Temperatura mínima media de la ciudad de Valledupar periodo 1981-2010.....	57
Tabla 9. Normatividad legal vigente que soporta la realización del proyecto.....	62
Tabla 10. Composición florística de la vegetación del santuario de Los Besotes..	80
Tabla 11. Especies encontradas en relictos remanentes del Bosque seco tropical del cerro la Popa.....	86
Tabla 12. Composición florística del Bs-t del Cerro la Popa	89
Tabla 13. Riqueza, género y especie del Bs-t.....	91
Tabla 14. Riqueza y composición de cada parcela encuestada	93
Tabla 15. Área basimétrica, riqueza y densidad en las parcelas del estudio.....	95
Tabla 16. Clases diamétricas del Bs-t del cerro la Popa.....	98
Tabla 17. Clases altimétricas del Bs-t en el cerro La Popa.....	101
Tabla 18. Disturbios antrópicos y naturales del bosque seco tropical del cerro la Popa.	108
Tabla 19. Pithecellobium dulce.	110
Tabla 20. Pereskia Guamacho.....	110
Tabla 21. Byttneria aculeata	111

Tabla 22. <i>Bursera graveolens</i>	112
Tabla 23. <i>Pseudobombax septenatum</i>	113
Tabla 24. <i>Guazuma ulmifolia</i>	114
Tabla 25. <i>Tabebuia chrysantha</i>	114
Tabla 26. <i>Haematoxylum brasiletto</i>	115
Tabla 27. <i>Astronium graveolens</i>	116
Tabla 28. <i>Platymiscium pinnatum</i>	117
Tabla 29. <i>Crescentia cujete</i>	118
Tabla 30. <i>Acacia farnesiana</i>	119
Tabla 31. <i>Senna bicapsularis</i>	120
Tabla 32. <i>Plumeria alba</i>	121
Tabla 33. <i>Caesalpinia ebano</i>	121
Tabla 34. <i>Spondias mombin</i>	122
Tabla 35. <i>Tabebuia billbergii</i>	123
Tabla 36. <i>Cordia alba</i>	124
Tabla 37. <i>Albizia carbonaria</i>	125
Tabla 38. <i>Roseodendron chryseum</i>	126
Tabla 39. <i>Sterculia apetala</i>	127
Tabla 40. <i>Tabebuia rosea</i>	127
Tabla 41. <i>Lonchocarpus velutinus</i>	128
Tabla 42. <i>Ruprechtia ramiflora</i>	129
Tabla 43. <i>Clusia rosea</i>	130
Tabla 44. <i>Caesalpinia coriaria</i>	130
Tabla 45. <i>Bursera simaruba</i>	131
Tabla 46. Coordenadas geográficas de los parcelas muestreadas	159
Tabla 47. Formato de registro de especies para la parcela 26, primera parcela de estudio	173

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Biodiversidad y distribución del bosque seco tropical en Colombia	31
Figura 2. Reservas ecológicas del Bs-t en Valledupar; (A) Eco-Parque los Besotes, (B) Cerro Hurtado y (C) Cerro la Popa.....	32
Figura 3. Mapa de ecosistemas estratégicos en el departamento del Cesar.....	35
Figura 4. Localización geográfica del departamento del Cesar, Colombia	51
Figura 5. División política y administrativa del departamento del Cesar	52
Figura 6. Cerro la popa de la ciudad de Valledupar, Cesar, Colombia	53
Figura 7. Precipitación media total anual promedio multianual de 1981-2010	56
Figura 8. Distribución de la temperatura media anual (°C). Promedio multianual de 1981-2010.....	58
Figura 9. Red Hidrológica en el cerro la popa, Valledupar, Cesar, Colombia.	59
Figura 10. Clasificación de suelo del área metropolitana de Valledupar.....	61
Figura 11. Escudo del Ejército Nacional.	66
Figura 12. Parcelas de muestreo por el método de muestreo aleatorio simple y sistematizado sin reemplazo a través de la herramienta QGIS.....	69
Figura 13. Puntos escogidos por medio de muestreo sistematizado para garantizar la separación entre ellos y los puntos de muestra con muestreo simple aleatorio sin reemplazo, que permite el cubrimiento de la mayor cantidad de muestra sin repetir entre ellos.	70
Figura 14. Área de estudio con parcelas corregidas.....	71
Figura 15. Método de distancias horizontales.....	73
Figura 16. Transecto o parcela de muestreo de plantas leñosas con el método de RAP de A. Gentry	74
Figura 17. Medición del CAP para calcular el DAP	74
Figura 18. Árboles en el límite de transecto o parcela.	76
Figura 19. Arboles vivos caídos dentro de la parcela	76
Figura 20. Medición del DAP o CAP de un árbol caído.	76

Figura 21. Árboles con raíces tabulares muy altas	77
Figura 22. Árbol con varias ramificaciones por debajo de la altura del pecho	77
Figura 23. Delimitación y demarcación de las áreas identificadas para el año 2006 por medio de fotografías aéreas de Google Earth del Cerro la Popa	84
Figura 24. Condiciones actuales y usos de los terrenos del Cerro la Popa por medio de fotografías aéreas con la herramienta de Google Earth.....	85
Figura 25. Matriz del ecosistema del Bs-t del Cerro la Popa a través de la herramienta Google Earth.....	88
Figura 26. Identificación de las rutas de acceso y conectividad del bosque seco tropical.	145
Figura 27. Espécimen no identificado A1-P26 "Yuca Silvestre".....	160
Figura 28. Espécimen no identificado A10-P26	161
Figura 29. Espécimen no identificado A3-P26	162
Figura 30. Espécimen no identificado A1-P258.....	163
Figura 31. Espécimen no identificado A6-P42.	164
Figura 32. Espécimen no identificado A6-P96.	165
Figura 33. Espécimen no identificado A7-P96	166
Figura 34. Espécimen no identificado A5-P333	167
Figura 35. Espécimen no identificado A5-P162.	168
Figura 36. Espécimen no identificado A4-P236.....	169
Figura 37. Medición del CAP en la parcela 26.....	174
Figura 38. Conjunto de Cactáceas en el tramo de 50m para la parcela 26.	174
Figura 39. Medición de la distancia de la parcela para el cumplimiento de los 50m, con la corrección de pendiente.	175
Figura 40. Evidencia de residuos sólidos encontrados en el bosque seco tropical P-42.	175
Figura 41. Tubería que abastece el tanque de almacenamiento de agua potable.	176

Figura 42. Filtración de agua en el suelo, generada hipotéticamente por el tanque de almacenamiento de agua potable en la parcela P-333 176

Figura 43. Antena de telecomunicaciones ubicada en el punto de muestreo 258. 177



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Riqueza de la familia en Bs-t.....	92
Grafica 2. Comparación de la riqueza y especie del Bs-t.	92
Grafica 3. Riqueza de cada parcela encuestada del Bs-t.	94
Grafica 4. Clase diamétricas del Bs-t del cerro la Popa.....	99
Grafica 5. Clase alimétrica del Bs-t del cerro la Popa.....	102



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA



INTRODUCCIÓN.

En la ciudad de Valledupar se encuentran dos cerros de gran importancia ecológica, los cuales son la Popa y Hurtado, debido a ellos tenemos características preciadas para el desarrollo sustentable de la ciudad, en esta región es propio el bosque seco tropical como lo define Hernández y Sánchez citado en “la guía técnica para la restauración ecológica de los ecosistemas en Colombia” (GREUNAL, 2012), son los formados entre 0 -1000m de altitud, en áreas donde prevalece un periodo bimodal.

La restauración es un proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales, 2014). No es más que una estrategia que busca el manejo del ecosistema que tiene la necesidad de restablecer su entorno. Su desarrollo es lento pero constante, después que se haga un plan organizado basado en la restauración del ecosistema se puede esperar la mejoría de éste a corto, medio o largo plazo, dependiendo de los factores a evaluar.

El bosque seco tropical es un ecosistema que contiene especies endémicas que vitalizan el sostenimiento ambiental de la zona, tanto especies vegetales como animales. Los beneficios que tiene la ciudad de Valledupar en tener dos reservas ecológicas en su entorno donde se localizan gran parte de la población y tráfico vehicular, los convierte en una sucursal de transformación de carbono.

En el desarrollo de este proyecto se busca incentivar la conservación y preservación legalmente obtenida por el cerro la Popa por el acuerdo 032 de 1996 del consejo municipal, el cual no se le ha dado la debida prioridad, de igual forma se busca adoptar un plan de restauración que ayude a toda la comunidad presente en este caso a la Décima Brigada en la ciudad de Valledupar.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Actualmente muchos países se han hecho conscientes del cambio climático y tratando de hacer algo para frenarlo se ha identificado áreas de gran importancia naturales las cuales se establecieron como área protegida que buscan la conservación de la fauna y la flora, además de formar a la sociedad en la protección del medio, estos ecosistemas son escogidos por su vulnerabilidad e importancia. Colombia cuenta con 1.112 áreas protegidas entre ellas el 15% hacen parte del territorio colombiano en diferentes categorías de manejo (SINAP, 2019).

Como se ha dicho antes el Cerro La Popa está limitado con la zona urbanística y en manos de la Décima Brigada del Batallón, a simple vista se puede notar que uno de los principales incumplimientos al acuerdo 032 de 1996 es el encerramiento del cerro gracias al desarrollo urbano, esto le trae problemas de conectividad con otras especies ya que no tiene senderos que comuniquen a otra área de reserva o corredores para las especies migratorias o nómadas que conlleva al poco desarrollo de la diversidad debido a que no puede conectarse con los procesos evolutivos, según el SINAP (2019), la región Caribe presenta dificultades entre la conectividad estructural de estas áreas a excepción de la Sierra Nevada y la Serranía del Perijá.

Las actividades desarrolladas en el batallón impactan de manera negativa al estado natural del cerro, las altas temperaturas, las temporadas de sequías, la erosión de los suelos, son algunas de las condiciones que se pueden presentar en la reserva, sumándole el descuido en las épocas en las que el Bosque seco tropical (Bt-s) se encuentra vulnerable, la intervención de algunos sucesos descontrolados como las quemaduras accidentales y las tallas de árboles, hacen que se vea evidente su deterioro, una de las problemáticas que se busca resolver, son el manejo adecuado del hábitat en tiempo de sequías, donde las especies foráneas del bosque hacen que sus hojas se caigan para ahorrar las recargas hídricas y en situaciones de altas temperaturas puede atraer fácilmente quemaduras de bosques.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



Otro inciso a evaluar es el manejo adecuado de las especies liberadas en esta zona, ya que se debe a una actividad de mejoramiento del cerro, muchas personas no conocen la importancia de las especies para la restauración ecológica, la caza y el consumo son acciones tomadas por la comunidad que se deben prevenir si se quiere otorgar como un área protegida. Estas especies no tienen un control ni seguimiento determinado que deje ver su adaptación y desarrollo.

Cabe destacar que una de las actividades desarrolladas que se busca intervenir para minimizar el impacto ejercido, son las acciones mismas del Batallón, en algunas zonas del cerro se desarrolla las prácticas para la implementación de armas, esto en base a sus entrenamientos, dejan casquillos, pólvora o impactan a la vegetación, esto multiplicándolo en varios sectores del cerro se dificulta una restauración ecológica continua, los parches que se pueden encontrar debido a estas actividades se pueden ubicar dispersos en el sector.

2. JUSTIFICACIÓN.

En el marco del área de estudio se evaluó al cerro La Popa como reserva ecológica, según el acuerdo 032 del 1996 declarado por el concejo municipal de Valledupar, al cual también se dictaminó como patrimonio del municipio de Valledupar, estos accidentes montañosos tal cual como lo define la norma, son de gran importancia para la ciudad debido a que en la malla urbana son los únicos hitos naturales con el cerro hurtado, puesto que la ciudad carece de parques naturales del perímetro urbano, por lo cual se hace necesario su conservación y preservación, además de reconocer que es deber de los municipios conservar y preservar los recursos naturales, el medio ambiente y la ecología

El cerro La Popa, es categorizado como área protegida del departamento del Cesar (Resolución N° 1207, 2012), en esto se describe que las zonas de especial de importancia eco-sistémica, corresponden a los páramos y subpáramos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas., ciénagas, manglares y reservas de flora y fauna. Esto recalca la importancia del cerro La Popa que contiene en su área protegida un humedal y reserva de flora y fauna, es una zona de recarga, una fuente de diversidad biológica y una fuente para el abastecimiento de la zona.

Entre eso, conservar y preservar las especies nativas es de fundamental prioridad para el desarrollo eco-sistémico de la ciudad, con esto podemos recuperar y salvar grandes hectáreas de bosque seco y bosque seco tropical que se encuentran comúnmente en el cerro. Además se puede minimizar la huella de carbono ya que este bosque se ubica en un sitio estratégico de crecimiento poblacional, donde se aprecia el tráfico vehicular y además urbanización y asentamientos urbanos ilegales tal como lo afirma Gonzales y



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



Narvaez (2016). Cabe destacar determinantes que le dan valor a nuestros bosques secos tropicales como contener suelos muy fértiles, por lo que han sido objeto de intensa transformación, Sus índices de diversidad corresponden a 1/2 la diversidad de bosques húmedos y a 1/3 de la diversidad de bosques muy húmedos del trópico. A excepción de familias como Cactaceae, Capparidaceae y Zygophyllaceae, se presenta familias de plantas, similares a las que se encuentran en los bosques húmedos y muy húmedos. (Vargas et al., 2012).

El manejo de las actividades desarrolladas en el cerro de manera adecuada orientan buenas prácticas de manejo en un plan de restauración, se puede obtener la conservación de especies y el desarrollo humano, la restauración es necesaria para mantener o recuperar especies ya amenazadas, además pueden presentar mayor estabilidad para ejercer un mejoramiento a áreas de gran valor para la sustentabilidad, incluyendo la captura y almacenamiento de carbono.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA



3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Formular el plan de restauración del bosque seco tropical, que permita la identificación del estado actual de la flora, a partir de mediciones directas “in situ” de la zona de reserva ecológica del Cerro La Popa Jurisdicción de la Décima Brigada en el municipio de Valledupar.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- 3.2.1.** Caracterizar las especies de flora existentes en lugares estratégicos del bosque seco tropical identificando su condición actual.
- 3.2.2.** Analizar los datos arrojados por la caracterización y compararlo con el inventario existente realizado en el área de influencia para la formulación del plan de restauración.
- 3.2.3.** Diseñar estrategias de conservación y preservación de la zona de reserva ecológica que ayude a la formulación del plan de restauración del bosque seco.



4. MARCO REFERENCIAL.

4.1. ANTECEDENTES.

Gonzalez Yimmi y Narvaez Richard (2016), desarrollaron la investigación “Estudio de la biodiversidad florística del bosque seco tropical del cerro La Popa en la ciudad de Valledupar”, Para optar el título de pregrado en ingeniería ambiental y sanitaria en la universidad Popular del Cesar, con la finalidad de estudiar la biodiversidad florística del bosque seco tropical del cerro la popa en la ciudad de Valledupar. Esta investigación se llevó a cabo en 3 etapas; estas fueron: *Etapa 1*: Se realizó trabajo de campo y se recolecto la información por medio del inventario florístico en el cerro. *Etapa 2*: el autor elaboro la organización de información recolectada y se realizaron los respectivos cálculos con respecto a la diversidad y captura de carbono (CO₂) por parte de la especie florísticas. *Etapa 3*: por último se ejecutó el análisis y las conclusiones de la información obtenida. Los resultados obtenidos fueron la composición florística de un total de 417 individuos, 22 géneros y 23 especies, el área basimétrica de las parcelas, el índice de valor de importancia las cuales fueron las especies *Cavanillesia platanifolia* (Bonga) con un 82% del muestreo total y la *Tabebuia impetiginosa* (Puy) con un 58%; y las familias *Fabáceas* con 89% y la *Malváceas* con un 82%; la curva de acumulación de especies en donde se encontró que en 6 parcelas (P-14 hasta P-20) se observó que las especies se mantienen constates en 22, el índice de biodiversidad por los métodos de margalef, Simpson y Shanon-Weiner; y se obtuvo la determinación de biomasa y captura de CO₂ para las especies forestales dando respuesta a las hipótesis de Walker W. 2011. Los aportes directos del presente estudio es obtener el inventario forestal en el bosque seco tropical del cerro la Popa y determinar las especies endémicas y foráneas.

En la misma línea podemos hallar a **Berdugo-Lattke y Ranchel-Ch (2015)** donde se caracterizó la vegetación según la composición florística y se efectuó las observaciones durante las fases fenológicas de especies dominantes en la



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



formación de bosques secos tropical en el santuario de vida silvestre “los Besotes”. En el cual tuvo el objetivo de identificar la vegetación según la composición florística y de desarrollar las observaciones durante las fases de floración y fructificación de especies fundamentales en la formación del bosque, su metodología a implementar fue: *Etapa 1:* Área de estudio, el cual se basa en delimitar todo el santuario “los Besotes” y sus características de clima, suelo y tipo de bosque. *Etapa 2:* Trabajo de campo y análisis, donde buscaron caracterizar la vegetación presente, su denominación taxonómica, D.A.P., altura y cobertura; Se registró la información fenológica, realizaron 8 monitoreos durante el año y realizando una síntesis de las observaciones y se identificaron periodos y sincronía de los procesos de floración, fructificación y el comportamiento de la caída natural de las hojas. En los resultados se elaboró la marcha anual de la precipitación para el área del santuario “los Besotes” y se tabulo la composición florística de las unidades de vegetación boscosa que caracterizaron, así como también la fenología de los bosques de *B. simaruba* y *P. acapulceni*, y de los bosques de *M. aff. Fragrans* y *B. alicastrum*.

Camila Pizano y Hernando García (2014), estructuraron la investigación titulada El bosque seco tropical en Colombia; desarrollado por el **Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt** y el **Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible**, con la finalidad de contribuir material de investigación para la comunidad científica y trabajadores de los bosques secos de Colombia. Esta investigación se enfocó en cuatro (4) partes; estas fueron: Primera parte: el libro hace referencia sobre la generalidad del bosque seco tropical, su definición, que caracteriza a este ecosistema, y como los organismos que lo habitan se han adaptado a sus condiciones climáticas de sequía y lluvias todo esto referenciado en el Capítulo 1. Segunda parte: está dedicada a la biodiversidad asociada al bosque seco tropical en Colombia, comprende un contenido de plantas (Capítulo 2), aves (Capítulo 3), Mamíferos (Capítulo 4), anfibios (Capítulo 5), escarabajos coprófagos



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



(capítulo 6) y abejas (Capítulo 7). Tercera parte: refleja el estado más actualizado del bosque seco de Colombia reflejando un estado crítico de fragmentación y deterioro, y por ende su diversidad corre peligro inminente de desaparecer. Cuarta Parte: resalta la necesidad que existe en la actualidad de una restauración del BST y sus servicios ecosistémicos en todas las regiones del país. Los resultados de la investigación demostraron que en general el conocimiento que se tiene del bosque seco tropical, también llamado BST, es muy limitado y desigual para estos grupos de organismos. La investigación de las especies como las abejas y escarabajos coprófagos es un gran limitante para el progreso del desarrollo científico, se demuestra que no hay estudios claros sobre la clase de plantas del bosque seco tropical que polinizan las abejas comparado en otros países además de un desconocimiento completo sobre los servicios ecosistémicos que prestan los insectos en actividades como los cultivos y zonas agrícolas. Para las plantas, mamíferos, aves y anfibios se demuestra lo mismo el poco estudio que se tiene en el comportamiento y especies que habitan es muy limitado, para las plantas no hay una recopilación de información sobre la flora del BST de las seis regiones donde ocurre este ecosistema, se revela que el Caribe, los valles interandinos y los llanos son las tres grandes regiones donde se puede encontrar al BST, las dos primeras con una muestra de 55% especies comunes dando una correlación en sus ecosistema, por otro lado se revela que las aves que habitan en el BST tienen fuerte relación directa entre la precipitación que existe en la zona, así como especies comunes de los bosques húmedos. Lo anterior hace ver el agua como referencia y un factor clave de las especies, el caso más extremo son los anfibios que habitan el BST, los cuales dependen directamente del agua para respirar por la piel y mantener su temperatura corporal. En Colombia se han identificado alrededor de 83 especies de anfibios que se encuentran en el BST, 58 reconocidos por UICN y están bajo alguna categoría de riesgo y más del 80% de estas especies se encuentran en lugares donde se ha perdido el 50% del BST y las áreas protegidas no representan



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



la mayor riqueza de anfibios. Es también a destacar que los mamíferos que habitan el BST presentan adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permite sobrevivir y otros tienen diferentes patrones de comportamiento. En Colombia se ha registrado tres especies endémicas de mamíferos para BST. Lo más preocupante que demuestra la investigación es que el 95% de las 60 especies encontradas y asociadas al bosque seco inmersos en diferentes matrices de transformación, están categorizadas bajo alguna categoría de amenaza, incluyendo a dos subespecies de primates endémicas para la región que están en peligro crítico de extinción a nivel mundial. Se encontró que queda menos del 4% de la cobertura original de BST maduro en el país y el 90% de los bosques secos han sido talados, más del 60% están deforestados y se encuentran en uso agrícola o ganadero, y lo más preocupante es que más del 70% de estas tierras presentan degradación y erosión y un 65% desertificación y la cifra que recomienda el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) el cual dice que el 60% de las tierras del BST deben ser utilizadas para las actividades de agricultura y ganadería debe ser revisada con urgencia. Su representación en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas es de solo el 5% de lo que queda en el país. Los aportes directos al presente estudio son el estado actualizado del BST en Colombia, además de un listado de especies forestales para la identificación de especies que habitan el BST de estudio, las problemáticas más importantes que se le atribuyen al BST y lineamientos sobre especies de plantas claves, factores determinantes, procesos y herramientas útiles para la restauración del BST. Esta investigación es necesaria porque es un estudio especializado y enfocado al BST, presenta cifras claves que aportan una referencia del estado frágil en el que se encuentra los bosques secos tropicales en Colombia y además da un inicio hacia el conocimiento y el entendimiento de la distribución, biodiversidad, cambio, restauración y servicios ecosistémicos de los bosques secos tropicales de Colombia.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA



De acuerdo a las especies de flora y la diversidad ecológica del departamento, se puede encontrar a **Delgado Cesar (2013)** el cual identificó los tipos de vegetación en localidades secas y muy secas del medio y alto del Cesar, el cual cumplió con el objetivo de diferenciar la vegetación producida en los dos tipos de bosques (bosque seco tropical y bosque muy seco tropical) en funciones físicas y biológicas, como también establecer las relaciones entre ellas y factores bióticos de sus hábitats y compararlas con las zonas altas y medias del Cesar. Los métodos utilizados para la investigación fueron *Fase de preparación*: seleccionaron fragmentos boscosos y formaciones xerofíticas y subxerofíticas dentro del área de estudio, *Fase de Campo*: realizaron 5 salidas de campo donde visitaron las localidades del bosque y ambientes xerofíticos seleccionados anteriormente y posteriormente se hizo la recolección de ejemplares botánicos para las determinaciones taxonómicas encontradas, *fase de laboratorio y análisis*: clasificaron las especies en cada levantamiento según el estrato, posteriormente se estableció la estructura fisionómica de cada unidad de vegetación. Los resultados arrojados se encontró que en los municipios de Chiriguana y el paso está el patrón de riqueza a nivel de familia encontrados por los levantamientos realizados, las familias encontradas fueron tabuladas y registradas en géneros, especie y familia; por parte del arreglo fitosociológico se encontraron en total 2013 individuos, arrojando a la región que los tipos de vegetación descritos fueron incluidos en la clase *Spondio mombinis-Attaleetea butyraceae*.

Por otro lado en busca de la restauración ecológica de la reserva, se identificó al Grupo de restauración ecológica **GREUNAL** el cual está conformado por **Vargas Orlando, Díaz Julián, Reyes Sandra y Gómez Pilar (2012)** los cuales desarrollaron la Guía de técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia, el cual es el anexo número 8 del *Plan Nacional de Restauración, Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas*,



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA



creado por el **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015)** donde se encontró los pasos más comunes en la restauración, con sus respectivas explicaciones conceptuales que contribuyen al entendimiento y desarrollo del proceso, se enfocaron en los ecosistemas terrestres, acuáticos y costeros que se encuentran en Colombia, con el fin de que contribuyan de forma efectiva al desarrollo y conocimiento de la restauración.

En busca de un modelo práctico para la realización del plan de restauración, se puede referenciar a **Pablo López Bustamante (2011)** Quien desarrolló la investigación “*Plan de restauración del bosque seco tropical de la reserva natural de la sociedad civil Sanguaré (Sucre, Colombia)*” en la cual entre sus objetivos propuso el diseño de un plan de restauración y planteó una metodología **RAINFOR** en *Field Manual for plot establishment and remeasurement* (Phillips et al, 2008). La investigación se desarrolló en 5 etapas, las cuales fueron: Etapa 1: establecimiento, se designó el tamaño del cuadrante en donde se realizaron los estudios y la delimitación de la zona; Etapa 2: el cual arrojó resultados esperados por cada uno de los indicadores anteriormente planteado, se obtuvo la evaluación, la distribución y diversidad de las especies. Etapa 3: Monitoreo, se marcaron todos los árboles y le tomaron mediciones de DAP y obtuvieron muestras de las especies encontradas, Etapa 4: procesamiento e identificación de las muestras botánicas, identificaron la taxonomía para determinar a cada individuo. Etapa 5: Mapeo, se mapearon todos los arboles de cada una de las parcelas trazadas en formularios, Etapa 6: Análisis de datos, realizaron la tabulación en Excel con las características de cada individuo, DAP, nombre científico y nombre común. Con esto se establecieron curvas de distribución de individuos, también se identificó la composición, riqueza específica, la riqueza de géneros, familia, la porción y abundancia de hábitos dentro de cada parcela.



4.2. MARCO TEÓRICO.

4.2.1. Bosque

Según el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible en el anexo 8 del plan nacional de restauración, se define a los bosques como un “*ecosistema con una cubierta continua de árboles, que en ellos se tiene gran variabilidad en respuesta de la heterogeneidad ambiental (Clima, geología, geomorfología, suelo, exposición, altitud).*” Por lo tanto se pueden encontrar diferentes bosques a lo largo de un lugar en específico, claro está como el caso de Colombia en donde a lo largo del territorio se identifican grandes tipos de bosques, tres de los cuales son: Andinos, húmedos y secos. (Vargas et al., 2012)

Otros autores como Gonzales y Narvárez (2016) define el bosque como palabra germánica “*Bush*” (Arbusto y por extensión monte de árboles) o “*Floresta*” (del latín *foresta*) como el ecosistema donde la población que predetermina son los árboles. Gracias a un estudio de la universidad de California en 2006 como se cita en el mismo estudio (Gonzales & Narvárez, 2016), los boques maduros son de gran importancia al ser ecosistemas que conllevan en sí almacenes o reservorios de carbono (proporcional a la cantidad de árboles que habitan) su destrucción, quema o desaparición por otra actividad inadecuada puede llevar a un aumento significativo en los porcentajes de carbono en la atmosfera y por ende en la ciudad. Además se destaca que los bosques jóvenes son los que realmente absorben carbono de la atmosfera, y a través de su crecimiento es que se llega a una reducción considerable de estos porcentajes en una atmosfera saturada.

En conclusión estos autores dejan ver muy puntualmente la real importancia de los bosques en general, atribuyendo su capacidad en la absorción de carbono, así como también los componentes suelo, atmosférico, hidrológicos que se tienen en ellos.



4.2.1.1. Clasificación de los bosques.

Los bosques se clasifican de acuerdo a una serie de requisitos, como los son la altura, el clima, latitud, etc., en este apartado se clasificaran según los antecedentes referidos para abarcar completamente la clasificación de bosques.

Según Vargas et al., 2012. Los bosques se clasifican en tres tipos:

- **Bosques Andinos**

Los cuales se encuentran ubicados entre 1000 y 3900 m de altitud, son vegetaciones continuas, en gradientes altitudinales que determinan una sub-clasificación, entre ellos están: Sub-andinos (1000-2300 m de altitud), andino (2300-2500 m de altitud) y alto-andino (3500-3900 m de altitud), se encuentra influenciados por cambios de temperatura, humedad y corriente de aires húmedos (Cavelier et al. 2001, Van der Hammen y Hooghiemstra 2001, Rodríguez et al. 2006, Tobón 2009 citado en Vargas et al., 2012). También se destaca que uno de los bosques andinos más conocidos es el bosque de niebla con presencia frecuente de nubes o neblina que forman la precipitación horizontal. (Brown y Kapelle 2001, Cavelier et al. 2001 citado en Vargas et al., 2012).

- **Bosques Húmedos**

Estas formaciones vegetales se encuentran en alturas menores de 1000 m de altitud, hace parte de los bosques tropicales húmedos, muy húmedos y pluviales de Holdridge en 1967 (sistema de clasificación de zonas de vida), Zonobrama húmedo ecuatorial (Hernández & Sánchez 1992 citado en Vargas et al., 2012) y al bosque ombrófilo de poca altitud. La mayoría de estos ecosistemas se localizan en planicies bajas con altitudes menores a 300 m (Etter, 1998 citado en Vargas et al., 2012)



- **Bosque Seco**

Se encuentran ubicados entre 0 y 1000 m de altitud, en zonas donde existen un clima bimodal (dos periodos de sequía y dos periodos de lluvia) entre ellos se identifica uno más largo que otro que puede durar alrededor de diciembre o enero hasta marzo y abril, y por lo general el más corto de denomina veranillo de San Juan que dura entre junio hasta incluso agosto. (Hernández-C. y Sánchez, 1992, citado en Vargas et al., 2012)

Entre otros autores tenemos a *Gonzales y Narváez (2016)*, quien clasifica los bosques según la latitud y clima de la siguiente forma:

- **Bosque Boreal**

Se caracteriza por formaciones boscosas de conífera, conociéndose como una de la mayor masa forestal que existe del planeta. Por lo general se usan para delimitar zonas como el caso de Canadá que delimita la zona sur del ecosistema, mientras que en taiga se emplean para áreas próximas a la línea de vegetación ártica. Por lo general la temperatura media en este tipo de ecosistema está en 19°C en verano y -30°C en invierno por lo tanto se puede estimar que son bosques con características específicas que se encuentran en zonas que limitan con ecosistemas tipo glaciares o árticas por lo tanto también se puede encontrar este tipo de bosques en países como Rusia o cercanos a ese referente de clima, en otras cosas su promedio de precipitación puede llegar a los 450mm y se identifica que el periodo favorable para la vida de las plantas se reduce a cuatro meses. (Gonzales & Narváez, 2016).

- **Bosque Templado.**

Es uno de los bosques más biodiversos del planeta. Por lo general la ubicación de estos bosques llevan relación a la densidad poblacional del mundo, puesto que este ecosistema a través de los años ha sido uno de las materias primas para la



sobrevivencia de la especie humana, como por ejemplo el uso de la leña para construcción u otros usos, así como también se provee su deforestación para la implementación de ganadería extensiva y/o agricultura, por lo tanto no es un secreto que ha sido uno de los biomas más afectados en el transcurrir de la evolución humana, por ello al día de hoy se revela que las actividades que impactas en el bosque han conllevado la disminución o perdida de este en todas las partes del mundo. (Gonzales & Narvárez, 2016)

Su característica representativa en este bioma es lógicamente su clima templado, en donde se hallan veranos cálidos e inviernos fríos, se estima una precipitación anual entre 500 y 2000 mm que supera hasta en un 300% a los bosques boreales para este ecosistema también se atribuye temperaturas de -30°C a 30°C con un promedio de 10°C , para esta región la nieve es común en las zonas norte e igualmente su cobertura vegetal aumenta entre más al sur este. (Gonzales & Narvárez, 2016)

- **Bosque subtropical.**

Se representan por estar ubicados en una latitud parecida o igual a los trópicos (capricornio y cáncer) o exteriores a zonas intertropicales. Presenta como vegetación principal árboles de hoja ancha así como temperaturas entre los 17°C y 24°C , por ello se representa por su clima subtropical. Al ser este bosque muy parecido a un bosque tropical, se diferencia en que se tienen estaciones bien marcadas y su pluviosidad es menor a estos. (Gonzales & Narvárez, 2016)

- **Bosque seco tropical**

Se presentan estaciones seca las cuales la vegetación tiene que adaptarse a periodos largos de aridez en los que la evaporación está latente, los paisajes de cobertura vegetal se empobrecen poco a poco y las formas *Xerofilas* (adaptadas a la aridez) adoptan una importancia a medida que se acercan a los dos trópicos o



zonas ecuatorianas con escasez de lluvias. Este tipo de bosque a su vez se caracteriza comúnmente en estar con dos temporadas de sequías y una temporadas de lluvias breves, al igual que en los bosques templados donde la vegetación deja caer sus hojas en temporadas de invierno, la vegetación presente (no todas) dejan caer sus hojas por las condiciones en donde habitan, este con el motivo de entrar a un periodo de “sueño” para minimizar sus demandas de agua, por ello se caracterizan por no ser bosques frondosos, sino más bien, de paisaje seco, aun si estando en temporadas de lluvias. (Fraume N, 2007).

En busca de identificar completamente nuestra área de estudio, se dispone a describir el bosque seco tropical el cual es el bosque representativo de la reserva natural en el cerro la Popa, por lo tanto se da a conocer lo siguiente:

4.2.1.2. Características del Bosque seco tropical

- **Clima.**

Según Vargas et al., (2012), la temperatura varía entre 24°C con valores máximos de 38°C, para López (2011) la temperatura anual en estos ecosistemas es más alta de 17°C, lo cual lo reafirma Holdridge (1967) citado en Delgado (2013) por lo tanto se puede clasificar su climatología en zonas cálido seco y cálido húmedo, según la clasificación climática de Holdridge presentada por el IDEAM (2011). Gonzales y Narváez (2016) reafirman que en el caribe Colombiano para los bosques secos tropical se encuentran climas cálidos áridos, cálidos semiáridos y cálidos secos, además su evapotranspiración supera a las precipitaciones encontradas durante la mayor parte del año, lo que también determina los periodos donde la cobertura vegetal pierde parcialmente su follaje.

- **Precipitación.**

No existe un valor exacto en donde se pueda clarificar el rango de precipitaciones pero se halla que para Gonzales y Narváez (2016) existe una fluctuación entre 250



mm/año y 2000 mm/año dependiendo del autor consultado y la zona donde se encuentra, esto mismo lo reafirma López (2011) para el autor las precipitaciones menores a 1000mm se encuentran en un periodo de 5-6 meses. En caso de Vargas et al., (2012) las precipitaciones se estiman en un rango de 700 a 2000 mm anuales e igualmente confirma que los déficits de agua en esta zona se deben a las máximas evapotranspiraciones, en el caso de Berdugo-Lattke y Ranchel-Ch (2015) para Colombia los Bt-s o bosques secos tropicales se agrupan en zonas donde la precipitación anual varía entre 600 y 1400 mm/año. Para la clasificación de Holdridge (1967), citado en Delgado (2013), se afirma que las precipitaciones se encuentran entre 250 a 1000 mm de precipitación media anual. Por lo tanto se puede concluir un rango de 250 a 2000 mm/año de forma general y en la zona donde se localiza la reserva una variación de 250 a 1000 mm/año teniendo en cuenta lo anterior.

- **Suelo**

En Vargas et al., (2012) indica que esta zona presenta suelos muy fértiles por lo que han sido objeto de intensa transformación, teoría que reafirma Delgado (2013) y López (2011), este último recalca que este ecosistema es el origen de plantas de cultivo domésticos importantes, reafirma que el suelo es mucho más fértil comparados con los bosques de lluvia, ya que en ambientes sub-húmedos ocurre menos lixiviación y las plantas invasoras así como la vegetación sucesional muestran la tendencia de ser menos agresivas en estos climas y a su vez que los impactos por actividades humanas serían menores, aun así se estima que el 90% de este ecosistema son deforestados o impactados. (Molina y Iugo, 2016, citado en López (2011))



- **Vegetación.**

De forma general, la vegetación encontrada en este tipo de bosque representa la mitad o un tercio total de especies de plantas que los bosques húmedos y muy húmedos tropicales (Gentry, 1982, 1988, 1995, citado en Gonzales y Narváez, 2016). Teoría que reafirma Vargas et al., (2012) para este autor la altura dosel oscila entre 15 y 25 m y en su sucesión se presenta hasta 4 extractos vegetativos incluyendo los herbáceos (altos niveles de endemismo) y entre las familias más representativas de la cobertura vegetal se encuentran *Cactaceae*, *Capparidaceae* y *Zygophyllaceae*. También destaca que su productividad es en mayor parte de la hojarasca anual que se produce en la estación seca por las adaptaciones fisiológicas. E igualmente para Gonzales y Narváez (2016) para los números de especies es muestreos de 0,1 Ha (1000 m²) y delimitando solo con árboles que tengan un DAP (diámetro a la altura del pecho) mayor o igual a 2,5 cm, se dispone que en Colombia se presenta un promedio de 58,12 menor a comparación de lo estandarizado que es 64,9.

4.2.1.3. Cobertura del bosque seco tropical en Colombia.

Como se destacó anteriormente el bosque seco tropical es representativo a tierras bajas y con características que van de temperaturas medias mayores a 17°C y precipitaciones de 250mm/año y 1000 mm/año. Según el Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt (IAvH, 2014), En Colombia se encuentran esta representación en seis regiones como son: El caribe, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, la región NorAndina en Santander y Norte de Santander, el valle de Patía, Arauca y Vichada en los llanos.

Es uno de los ecosistemas más amenazados del país así como también ser uno de los menos conocidos (Delgado, 2013), originalmente este ecosistema cubría más de 9 millones de hectáreas de las cuales quedan en la actualidad un 8% (IAvH,

2014) las cuales equivalen 7,2 millones de hectáreas, se muestra una reducción de 1,8 millones de hectáreas. Esta disminución se ve reflejada debido a que este ecosistema existe en zonas con suelos fértiles los cuales han sido objeto para la producción agrícola, ganadera, la minera, el desarrollo urbano y el turismo (IAvH, 2014), así mismo se demuestra en estudios del IAvH en 2014 que el 65% de las tierras que han sido deforestadas y que son bosque seco, presentan deforestación.

La república de Colombia, país característico de Suramérica como el más húmedo con una precipitación promedio de 3.000 mm anuales (Marín, 1992 citado en Pizano y García, 2014). Motivo por el cual se hace poco propicio el desarrollo de grandes extensiones de bosque seco, ya que este necesita una estacionalidad climática más adecuada, como es el caso de Yucatán, México donde la mitad de la península corresponde a esta categoría de bosque. Por ello se encuentra más abundante en el subtrópico, donde hay mayor estacionalidad que en la zona ecuatorial (Pizano y García, 2014).

De esta manera se puede encontrar en el país un 73% del bosque seco tropical en el caribe colombiano (Mendoza, sf), como se muestra en la figura 1.

El caribe es una región que presenta menos cobertura boscosa, pues ha sido transformada con la intensa degradación. Este ecosistema ha soportado el mayor grado de transformación de los recursos naturales por la producción y extracción de materias primas, además de ser el receptor de la mayor parte de los efectos de procesos antrópicos ocurridos en la región andina (IDEAM & Consultores FAO, sf).



Figura 1. Biodiversidad y distribución del bosque seco tropical en Colombia

Fuente: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, sf

Sin embargo, se puede considerar al departamento del Cesar como un representante del bosque seco tropical, ya que en su área a pesar de presentar una actividad económica de ganadería y extracción de materias primas (Recursos naturales) se encuentran solo en la ciudad de Valledupar tres (3) reservas ecológicas como son el Cerro la Popa, el Cerro Hurtado y los Besotes (Figura 2).



Figura 2. Reservas ecológicas del Bs-t en Valledupar; (A) Eco-Parque los Besotes, (B) Cerro Hurtado y (C) Cerro la Popa

Fuente: Autores.

El cerro La Popa y el cerro Hurtado se declararon zona de reserva ecológica y patrimonio de la ciudad por el Acuerdo 032 del 9 de agosto de 1996 por el concejo municipal de Valledupar, el cual prohíbe la construcción de programas de viviendas, individuales o colectivos que afecten al ecosistema e incentiva el conocimiento de la flora y fauna que sea nativa. Hacen parte igualmente de un factor importante de la ciudad ya que atribuye un funcionamiento en el equilibrio atmosférico de los barrios aledaños.

El cerro hurtado teniendo en su área una de las empresas más grandes en la ciudad de Valledupar como lo es Dairy Partners Americas (DPA) siendo una empresa dedica al sector de producción de leche en polvo siendo la única en el departamento del Cesar (Daza Y., 2019), presenta emisiones atmosféricas que se pueden mitigar gracias a la vegetación cercana. Lo mismo sucede en el cerro La Popa donde se

ubica en uno de los sectores centralizados de la ciudad el cual hace parte una de las vías más ocupadas como es la Avenida La Popa. Uno de los estudios atribuidos a esta área es de Gonzales y Narváez (2016) demuestra la importancia del cerro La Popa como sumidero de carbono ya que representa una considerable cantidad de especies con gran potencial de fijación carbono y captura de dióxido de carbono.

El Eco-parque los Besotes fue declarado la primera del país como área importante para la conservación de las aves de Colombia y el mundo por el Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, Corpocesar, el municipio de Valledupar y Birdlife internacional. Además se declara como santuario de vida silvestre Los Besotes en el corregimiento de los Corazones y Rio Seco de Municipio gracias a la resolución 050 de 2013 y se le da la categoría de área protegida parque natural regional por el acuerdo con el decreto reglamentario 2372 de 2010.

4.2.2. Áreas de conservación

En el departamento del Cesar por parte del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) se registran 18 áreas protegidas con un área terrestre de 70.218,16 Hectáreas la cual se distribuyen en la tabla N° 1.

Tabla 1. Áreas protegidas asociadas en RUNAP para el departamento del Cesar

NO.	NOMBRE	HECTÁREAS (HA)
1	Sierra Nevada de Santa Marta	41.976
2	Serranía del Perijá	23.175
3	Los Besotes	3.109
4	Cuenca Alta del Caño Alonso	467
5	Paraver	373,7
6	Los Ceibotes	303,7
7	Puerto Bello	189,8

NO.	NOMBRE	HECTÁREAS (HA)
8	Los Tananeos	141,5
9	El Lucero	113,3
10	Nueva Delhi	101,8
11	La Helenita	96,11
12	San Antonio	66,7
13	La Nacional	48,42
14	El Paraíso de Azucar Buena	19,14
15	Cerro Pintao - Serranía del Perijá	16,75
16	Las Nubes	11,1
17	Catatumbo Barí	7,303
18	de Perijá	0,643

Fuente: RUNAP, 2018.

En el Cesar cuenta con importantes ecosistemas estratégicos para el país, 65.300 hectáreas de Bosque seco Tropical, 55.700 hectáreas de paramos y 54.400 hectáreas de humedales, eso se puede ver reflejado en la figura 3 donde muestra estos ecosistemas concluyendo en 173.400 hectáreas registradas en el Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial del Cesar 2032 (PIGCCT). Cabe destacar que hay una desigualdad entre el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (Minambiente) en el PIGCCT y el RUNAP del departamento de 103.182 hectáreas que equivalen a un 59,5% de diferencia en la consistencia de los datos.

Sobre los Bosques Secos Tropicales, que son uno de los ecosistemas más degradados y amenazados en la región Caribe, han sido identificadas 314 especies vegetales de las cuales 4 están en peligro (Humboldt, 2012). Según un análisis de vulnerabilidad realizado por el Minambiente en 2016, se considera con un nivel de amenaza alta un cambio climático en las áreas con aptitud forestal.

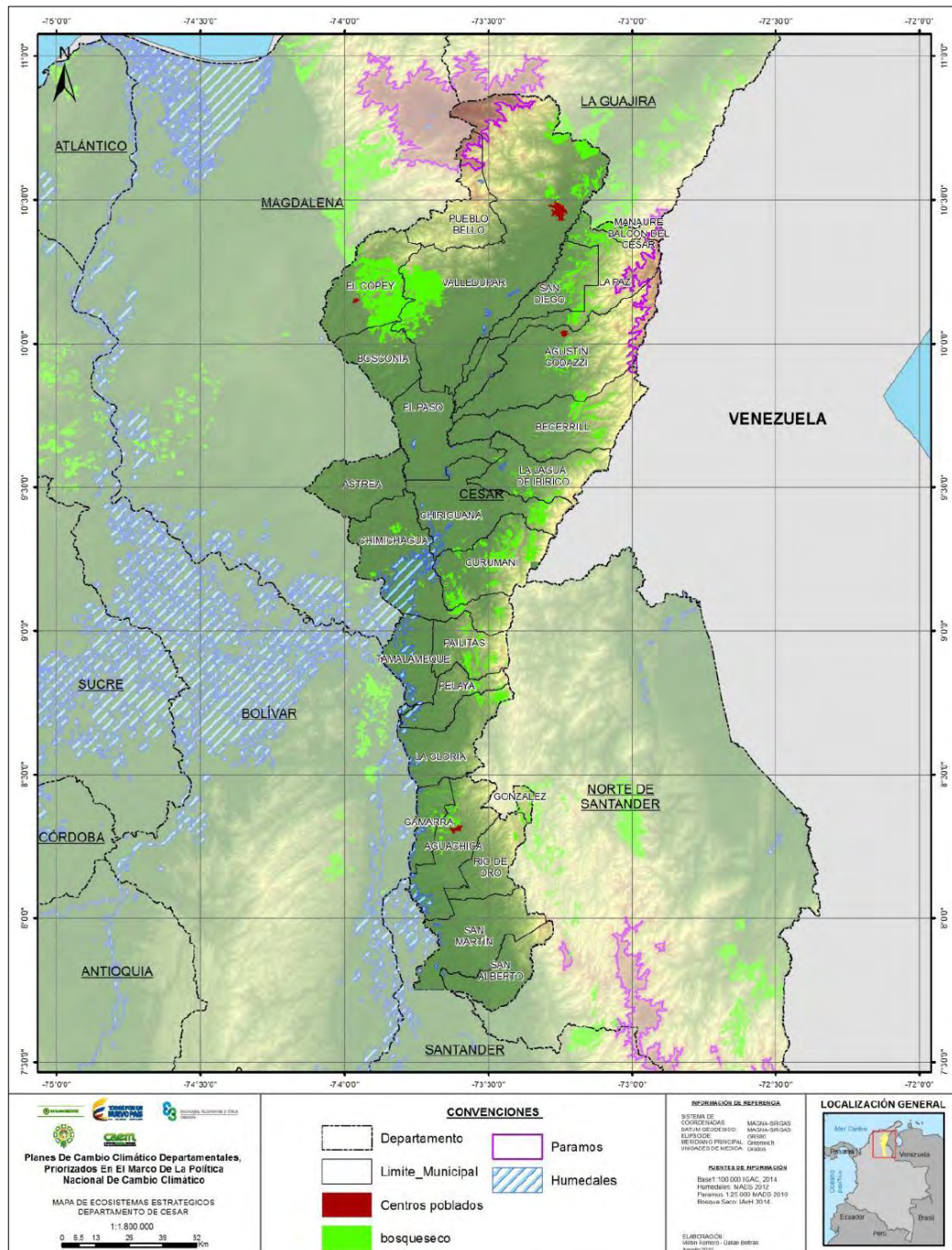


Figura 3. Mapa de ecosistemas estratégicos en el departamento del Cesar

Fuente: Consultoría UT CAEM-E3 2016, a partir de Geodatabase IGAC 2014 citado en Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2016)



4.2.3. Servicios ecosistémicos de los bosques secos tropicales.

En varios autores argumentan unos servicios ecosistémicos generalizados, uno de ellos P. Balvanera (2012) explica en su artículo *Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales*, que se tienen 3 servicios que son: De suministro, De regulación y Culturales.

De suministro: se tiene en cuenta en los alimentos que aportan las especies de plantas, combustible como la madera, medicinas relacionado a los arboles medicinales, artesanías, mascotas que en cierto modo existen en estas zonas como aves y demás, madera, recursos potenciales y recursos genéticos.

De regulación: las regulaciones conllevan: Climática como el almacenamiento de carbono, reducción de temperatura, reducción de albedo, etc.; Hidrológica como el aumento de infiltración y aumento de evapotranspiración; De calidad del agua, De erosión, De deslaves y De inundaciones.

Culturales: se refiere a las cosmovisión, identidad, bienestar estético, ecoturismo y trabajo.

Estos tres incisos son fundamentales para el bienestar de la sociedad que los habitan, así como de todos los habitantes del planeta P. Balvanera (2012).

Pizano & García (2014) confirman que el bosque seco tropical tiene un numero alto de especies que no se encuentran en ningún otro ecosistema y presta importantes servicios ambientales como la regulación hídrica, la retención de suelos, la captura de carbono que regula el clima, la disponibilidad de agua y nutrientes.

4.2.4. Plan de restauración ecológica en bosques

En la Society for Ecological Restoration International (SER) o traducido como la Sociedad internacional para la restauración ecológica, en el grupo de trabajo sobre la ciencias y políticas (2004) define como restauración ecológica el “proceso de



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



ayudar o asistir el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido”.

Hay que tener en cuenta que una restauración no es lo mismo que una rehabilitación o recuperación ecológica, en el capítulo 4.3 se tiene un concepto claro de cada uno de los términos anteriores, pero de forma resumida se entiende que la rehabilitación lleva al sistema degradado a obtener las condiciones de “punto de origen”, es decir, antes de ser disturbado, la recuperación ecológica devuelve algunos servicios ecosistémicos de interés y se llevan a cabo cuando el ecosistema deja de ser autosostenible (Minambiente, 2015). Aunque la restauración y rehabilitación llevan al ecosistema en condiciones similares, antes de ser perturbados, la recuperación es la única que salva solo esos servicios que ofrece el ecosistema, y entre los dos primeros la restauración es la que más dispone al ecosistema en establecer su estructura predisturbio.

Los tres principios fundamentales de la restauración ecológica que se especifica en McDonald et., al. (2016) quien cita a Keenleyside et., al. (2012), son la restauración efectiva, eficiente y atractiva. Si se consigue estos principios se puede lograr un proceso exitoso.

Los procesos y resultados de restauración ecológica se vinculan directamente, McDonald et., al. (2016) explica, si los resultados se identifican desde el comienzo del proceso entonces puede llegar a dirigir de manera óptima la restauración.

Para todo plan de restauración se tiene que tener un sistema de pasos a desarrollar desde su planificación hasta el monitoreo y seguimiento. En todos los casos Vargas et., al. (2012), consolidado con el nombre del grupo GREUNAL (Grupo de restauración ecología) en su documento Anexo 8 de las Guías Técnicas para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas De Colombia, define 13 pasos que se deben tener en cuenta en la restauración ecológica.

1. Definir el ecosistema o comunidad de referencia.
2. Evaluar el estado actual del ecosistema que se va a restaurar.
3. Definir las escalas y niveles de organización.
4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbio.
5. Lograr la participación comunitaria.
6. Evaluar el potencial de regeneración del ecosistema.
7. Establecer los tensionantes para la restauración a diferentes escalas.
8. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración.
9. Propagar y manejar las especies.
10. Seleccionar los sitios.
11. Diseñar acciones para superar los tensionantes para la restauración.
12. Monitorear el proceso de restauración.
13. Consolidar el proceso de restauración

A continuación se exponen los pasos referenciados para el desarrollo de la planificación del plan que es todo lo que abarca este proyecto y se describen cada una de sus recomendaciones más importantes:

1. Definición del ecosistema o comunidad de referencia

Se define el ecosistema a tratar y evaluar mediante unas secuencias descritas a continuación. Se recomiendan pasos a seguir para la realización de este ítem, como son:

- 1.1. Revisión de descripciones ecológicas y listas de especies antes de la perturbación.

Qué tipo de especímenes se pueden encontrar en el área a tratar y como deberían estar sin perturbación, se toman como referencia para entender la magnitud de la degradación de las especies. Se tiene en cuenta que en este proyecto se evaluará las especies de flora únicamente pues es una restauración enfocada al área forestal

(Vargas et., al., 2012). Se consultan revistas científicas, sistemas de información geográfica y biológica (SINA), sistemas de información de biodiversidad de Colombia (SiB) y base de datos de herbarios nacionales e internacionales.

- 1.2. Revisión de fotografías históricas y recientes, tanto aéreas como terrestres y mapas del sitio del proyecto antes del daño, También la ubicaciones de zonas remanentes que puedan encontrarse las zonas intactas.

Se busca diferentes referencias a como estaba la zona antes de alguna influencia, y se comparan con las encontradas actualmente con el fin de identificar las zonas donde puntualmente ha sido mayormente afectada la zona (Vargas et., al., 2012). Se puede utilizar fotografías del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) e Instituto de Investigación de recursos biólogos Alexander Von Humboldt (IAVH).

- 1.3. Revisión de descripciones ecológicas y listas de especies de ecosistemas similares e intactos.

Con la información anterior se busca antecedentes similares a los de la zona a evaluar con el fin de identificarlas (Vargas et., al., 2012).

2. Evaluación del estado actual del ecosistema

Con la información ya buscada se evalúa las zonas de mayor importancia para el conocimiento de las condiciones previas y actuales del cerro (Vargas et., al., 2012).

2.1. Condiciones paisajísticas.

Se ubican los puntos mencionados en el inciso 1.2. (Relictos o parches del ecosistema), se mide número, tamaño, forma y conectividad. Además se identifican los tipos de uso del terreno ubicados, ciclo anual y su relación con las áreas a restaurar (Vargas et., al., 2012).



2.2. Condiciones Bióticas.

Se establecen los tipos de población, composición y dinámica de la vegetación (tipos de sucesiones ecológicas: herbáceas, epífitas, arbustivas, arbóreas, estratificación), se ubican las especies pioneras y actuales de la población, identificación de las especies dispersoras de semillas (monos, aves), conocer los seres vivos que habitan en el suelo (insectos, Macro y micro organismos) (Vargas et., al., 2012).

2.3. Condiciones Abióticas.

Se evalúa el estado del suelo y agua (condiciones físico-químicas, erosivas, niveles freáticos, contaminación) como también la topografía, clima regional (distribución de las precipitaciones, duración de la estación seca, fluctuaciones diarias de las temperaturas, frecuencia de heladas) (Vargas et., al., 2012).

3. Definición de escalas y niveles de organización

Se definen objetivos de trabajos consecuentes y diferentes acorde a los procesos críticos llevados a cabo en el proyecto, se muestra la recuperación de las especies pioneras, como también las que son de mayor importancia para el equilibrio del ecosistema. Del mismo modo se evalúa la escala paisajística del proyecto, esto consiste en la búsqueda de la reintegración de ecosistemas fragmentados (Vargas et., al., 2012).

Según Vargas et., al. (2012) existen 4 tipos de escalas con diferentes niveles, entre ellos esta:

1. Escala local y nivel de especie: Esta clasificación busca la recuperación de una especie en específico, su objetivo es recrear el hábitat de la especie para garantizar su restauración. Se destaca como un objetivo claro y posible, y su aplicación consiste para proyectos donde las especies son prioridad de



conservación, por lo general se inicia a la escala de parcelas. (Vargas et., al., 2012).

2. Escala local y nivel de comunidad: Busca restaurar una comunidad original de especies, se aplica para comunidades en peligro o exóticas, al igual que comunidades pioneras. En esta clasificación se enfoca en la restauración por sucesión ecológica. (Vargas et., al., 2012).
 3. Escala regional o nivel ecosistémico: Es la clasificación más común si de restauración de especies se habla, pues recomienda establecer objetivos para una escala regional a nivel ecosistémico, en este caso su objetivo es recuperar algunas funciones del ecosistema. Su proceso consiste en retornar a su estado predisturbio y garantizar la recuperación de la composición, estructura y función del ecosistema. (Vargas et., al., 2012).
 4. Escala de paisaje: Esta restauración busca la reintegración del ecosistema fragmentado y paisajes, más que enfocarse en un ecosistema. Sin embargo está ligado con la restauración ecosistémica pues en ella está asociados los procesos de flujo de los organismos, materia y energía. (Vargas et., al., 2012).
4. Establecimiento de las escalas y jerarquías de disturbio.

Todos los ecosistemas están sujetos a disturbios naturales y antrópicos, se debe tener en cuenta las dimensiones espaciales y magnitud y las dimensiones temporales. En ella establecemos el área o volumen, frecuencia e intensidad del disturbio (Vargas et., al., 2012). En la tabla 2 se especifican los disturbios antrópicos y naturales que se pueden encontrar en 3 ecosistemas principales.

Tabla 2. Principales disturbios antrópicos y naturales en los ecosistemas de Colombia.

DISTURBIOS ANTRÓPICOS	ECOSISTEMAS TERRESTRES	ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE	ECOSISTEMAS COSTEROS
Sistemas de producción extensiva e intensiva (Agricultura y ganadería)			
Deforestación			
Extracción de materiales a cielo abierto			
Desarrollo industrial y urbanístico			
Incendios forestales y/o quemas			
Desecación de humedales			
Modificación de regímenes hidrológicos			
Invasión biológica			
Sistema productivos forestales no sostenibles			
Sobreexplotación de recursos biológicos			
Cultivos ilícitos			

DISTURBIOS ANTRÓPICOS	ECOSISTEMAS TERRESTRES	ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE	ECOSISTEMAS COSTEROS
Contaminación			
Potrerización			
Sedimentación			
Pesca con dinamita y/o red de arrastre			
DISTURBIOS NATURALES	ECOSISTEMAS TERRESTRES	ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE	ECOSISTEMAS COSTEROS
Huracanes			
Terremotos y maremotos			
Fuego			
Inundaciones			
Deslizamientos			
Vulcanismo			

Fuente: Vargas et., al. (2012).

5. Evaluar el potencial de regeneración.

Se evalúa todo el potencial que tiene la zona con recursos naturales y referentes a la regeneración de la sucesión ambiental como el conjunto de las especies pioneras y tardías (Vargas et., al., 2012).

6. Establecer los tensionantes para la restauración de diferentes escalas.

Se refiere a todas los factores que se interponen en la restauración ecológica, se puede dividir en dos: ecológico y socioeconómicos (Vargas et., al., 2012).

6.1. Ecológicos.

Relacionados a la dispersión de las plantas, al establecimiento de las planta, persistencia de las plantas (Vargas et., al., 2012).

6.2. Socioeconómico.

Factores políticos, económicos y sociales que limiten los procesos de regeneración (Vargas et., al., 2012).

7. Seleccionar las especies adecuadas.

Se seleccionan las especies más importantes bajo una escala de atributos o rasgos que pueden ser útiles en los sitios que se van a restaurar, se hace en base al inventario forestal ya establecido (Vargas et., al., 2012).

Tabla 3. Ejemplo de atributos para tener en cuenta en la selección de especies

ATRIBUTOS PARA LA SELECCIÓN DE PLANTAS		
MORFOLÓGICOS	REPRODUCTIVOS	OTROS
<p>Planta completa</p> <ul style="list-style-type: none"> Hábito: arbusto, árbol, hierba Altura 	<ul style="list-style-type: none"> Reproducción sexual Reproducción vegetativa 	<p>Nivel poblacional: Frecuencia, abundancia y tipo de distribución de la especie (individuos aislados o agrupaciones)</p>
<p>Copa</p> <ul style="list-style-type: none"> Forma de la copa Cobertura de la copa (diámetro aproximado) Densidad de follaje 	<p>Estrategias de dispersión de las semillas</p>	<p>Asociación</p> <ul style="list-style-type: none"> Tipo de asociación con otras especies nativos y/o exóticas Presencia de micorrizas.

ATRIBUTOS PARA LA SELECCIÓN DE PLANTAS

MORFOLÓGICOS	REPRODUCTIVOS	OTROS
<p style="text-align: center;">Hoja</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área foliar específica. • Contenido de materia seca. • Cociente peso fresco • Tipo de hoja 	<p style="text-align: center;">Estrategias de polinización</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tolerancia a la luz • Resistencia a heladas • Fijadora de nitrógeno • Producción de hojarasca (diaria, semanal, mensual) • Defensas anti-herbívoros. • Estado fitopatológico: nivel de ataque
	<ul style="list-style-type: none"> • Banco de semillas • Banco de plántulas • Banco de retoños 	<ul style="list-style-type: none"> • Usos tradicionales y/o industriales potenciales: protección de márgenes hídricas y nacederos; control de erosión, recuperación de suelos y protección de taludes; cerca viva; ornamentales; barrera contra heladas. • Prestación de servicios ambientales.

Fuente: Vargas et., al. (2012) adaptado de Rodríguez y Vargas (2007).

8. Seleccionar los sitios a restaurar.

Se debe seleccionar a factores como ubicación, área de interés comunitario, definición de los disturbios y tensionantes, evaluar las condiciones de la comunidad



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



local, establecer si en sitios cercanos se encuentran poblaciones de animales, evaluación de las especies invasoras, evaluar la topografía y patrones de drenaje y evaluar el estado del suelo. (Vargas et., al., 2012)

9. Diseño de acciones para la restauración.

En la planificación se proponen un conjunto de acciones que dependen del tipo de problemáticas que tenga el ecosistema. En Vargas et., al., (2012), se plantean cinco acciones que son:

1. Este punto se basa en la remoción y control de los tensionantes leves.
2. Se fundamenta en la adición de especies o materiales.
3. Enfoca la regulación de la tasa de procesos ecosistémicos, es decir, los flujos entre los compartimientos.
4. La remoción de los tensionantes severos.
5. La regulación de las fuentes de entradas de energía.



4.3. MARCO CONCEPTUAL

Ambiental.

Se refiere a la relación entre el patrimonio natural que ofrece los recursos naturales y los procesos ecológicos, para generar bienes y servicios ambientales a ecosistemas urbano-industriales (SINIA, sf).

Amortiguador.

Se aplica al sistema en el que se aprecia resiliencia ecológica o al área (generalmente alrededor del centro de la reserva) en la cual se puede atenuar hasta eliminar el efecto del disturbio (Martínez, et., al. 2011).

Área de reserva forestal.

Las áreas de reserva forestal son definidas como zonas de propiedad pública o privada que se reservan para destinarlas exclusivamente al establecimiento o mantenimiento y utilización racional de áreas forestales protectoras, productoras, o productoras protectoras, Así lo define Corpocesar en la resolución 1207 de 2012.

Circunferencia a la altura del pecho (CAP).

Se define como la medida de la circunferencia del tronco del árbol en una altura de 1,3 m (En la que se encuentra el pecho de una persona promedio). (Mendoza, 2008)

Cobertura

Medida de la superficie cubierta por una planta o un tipo de vegetación (Adrian & Yirda, 2021)

Conservación de la naturaleza

Término que denota las acciones tendentes a la utilización adecuada de un recurso (renovable o no renovable) que posee la naturaleza o varios de ellos a la vez.



Contrasta con la antigua tendencia de preservación, en cuanto al recurso no se lo mantiene aislado, en reservas intocables, sino que se lo administra con criterio conservacionista (DPEJ, 2020).

Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Medida dasonométrica que permite relacionar el diámetro del árbol a la altura del pecho con su potencial longitud vertical y dominancia en incremento lateral. (Glosario de ecología, 2017).

Deforestación.

Proceso del deterioro ambiental que consiste en la destrucción y eliminación de vegetación en un área geográfica cualquiera. Reduce la biodiversidad, contribuye al cambio climático, a liberar el carbono de reserva a la atmósfera frecuentemente resulta grave degradación del suelo (Soto, 2020).

Diversidad de ecosistemas.

Comprende la variabilidad de ecosistemas dentro de un área bastante amplia como son las regiones naturales, zonas de vida, biomasa (MINAGRI, 2015).

Ecosistema degradado

Un ecosistema cuya diversidad y productividad se han reducido de tal modo que resulta poco probable que pueda recuperarse si no se adoptan medidas de rehabilitación o restauración (Glosarios de ecología 2016).

Ecoturismo.

Modalidad turística ambientalmente responsable, que consiste en viajar o visitar áreas naturales sin disturbarlas con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales (paisaje), flora y fauna silvestre de dichas áreas, así como



cualquier manifestación cultural (del presente y del pasado) que pueda encontrarse (Entorno turístico Staff, 2016)

Factores ambientales.

Diversos componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta. Dentro de sus componentes están los factores bióticos y factores abióticos (INSST, sf).

Formación vegetal.

Agrupación de asociaciones vegetales cuya fisionomía responde a la dominancia de uno o más tipos de formas de vida o biotipos, a condiciones bioclimáticas semejantes y a los suelos zonales de la región. Al no hacer referencia a la taxonomía ni a las condiciones históricas de la fitogeografía, corre riesgo de ser imprecisa (Glosario de ecología, 2017)

Restauración.

La restauración es una estrategia de carácter interdisciplinario, en la cual se articula el conocimiento científico para dar respuestas a procesos de gestión y manejo de los ecosistemas, ante las necesidades de restablecer los ecosistemas degradados y prevenir futuros daños, así lo estipula Hoobs y Harris (2001) en su cita por el plan nacional de restauración del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2015). No es más que una forma en la que se busca mejorar las condiciones del medio, para hablar de restauración también se habla de rehabilitación y recuperación en el entorno ecológico se pueden tener como base para la implementación de un plan de restauración. (Minambiente, 2015)

Restauración Ecológica.

Se define como la restabilización del ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema predisturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



Además el ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general así como de la mayoría de sus bienes y servicios. (Minambiente, 2015).

Rehabilitación Ecológica:

Se puede conceptualizar en llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio, éste debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos. (Minambiente, 2015).

Recuperación Ecológica.

Lo definen como recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema pre-disturbio. (Minambiente, 2015).

Reserva Ecológica.

Reserva natural o ecológica son porciones de terreno destinadas exclusivamente a la protección de los ecosistemas naturales y las formas de vida que se encuentran en ellos. (Cervantes, 2008).

4.4. MARCO CONTEXTUAL

4.4.1. Ubicación geográfica

El departamento del Cesar está ubicado en la zona norte del territorio Colombiano, limita en el norte con el departamento de la Guajira y Magdalena, en el sur con el departamento del Santander y Norte de Santander, Oeste con el departamento del Magdalena y Bolívar, y el Este con el departamento de Norte de Santander y la frontera de la República Bolivariana de Venezuela (Figura 4).



Figura 4. Localización geográfica del departamento del Cesar, Colombia

Fuente: Gobernación del cesar, 2020

Su capital El Valle del Cacique Upar quien es parte del área metropolitana de Valledupar, fue creada en 2005 conjunto a los municipios de Agustín Codazzi, La Paz, Manaure Balcón del Cesar y San Diego (Figura 5).



Figura 5. División política y administrativa del departamento del Cesar

Fuente: Gobernación del Cesar, 2020

En él se encuentra ubicado el cerro la popa en la jurisdicción del cantón militar de la décima brigada, bajo mando del ejército nacional de Colombia. El área de estudio de este proyecto se encuentra ubicado en el noroeste de la ciudad de Valledupar con las coordenadas 10.47 °N y 73.27 °W. Localizado al Occidente de la ciudad al lado de la Base Militar y ocupa un área de 44.57ha (Figura 6).

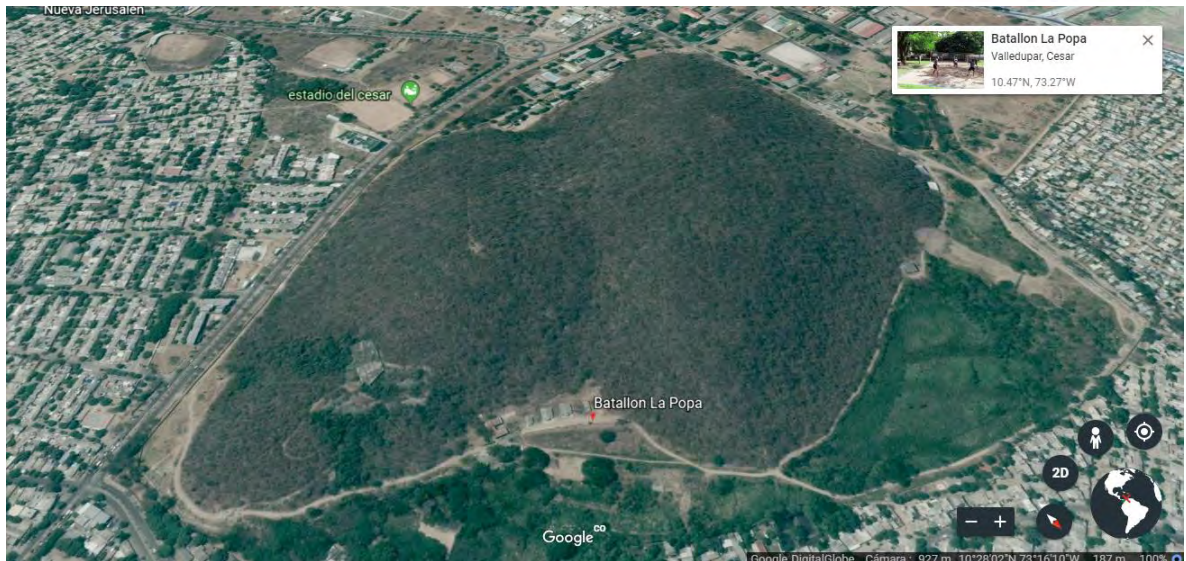


Figura 6. Cerro la popa de la ciudad de Valledupar, Cesar, Colombia

Fuente: Google Earth, 2019

4.4.2. Clima

Cuenta con un clima netamente tropical y un régimen de lluvias bimodal con un promedio de precipitación de 1500mm anual (Corpocesar, sf). Sin embargo debido a la sectorización del terreno desde casi el nivel del mar hasta más de 5000 metros de altitud, se presenta una gran variedad climática. Se pueden encontrar todos los pisos térmicos en sus versiones secas y húmedas (GOBCESAR, 2020)

El IDEAM en sus cifras en promedio de 1981 a 2010 (29 años) demuestra que con los datos de sus estaciones meteorológicas ubicadas en la ciudad de Valledupar, tiene una precipitación multianual de 1278 mm y esta misma cifra conjunto a la referenciada en Corpocesar demuestra una diferencia mínima de 222 mm, la cual se mantiene en el rango del clima tropical.

De la tabla 4. Se entiende que el mes más seco, donde se presenta menos lluvias es el mes de Enero con promedio mínimo anual de 3,6°C en la estación San Ángel

y a su vez es la estación en la que presenta anualmente la menor precipitación del perímetro de la ciudad con un registro de 992.7 mm.

Tabla 4. Precipitación anual promedio de 1981-2010 de la ciudad de Valledupar

PROMEDIOS 1981 - 2010						PRECIPITACIÓN (mm)												
CODIGO	CAT	NOMBRE	ELEV	LONGITUD	LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
28035030	SP	Apto Alfonso Lopez	138	73°14'58.0"W	10°26'22.0"N	7,6	9,2	27,4	76,4	169,9	83,5	67,3	115,6	124,6	202,7	105,3	35,9	1025,4
28010360	PM	Atanquez	800	73°21'14.8"W	10°42'4.2"N	33,4	19,8	51,5	150,6	250,7	130,6	129,4	199,5	279,7	341,8	254,2	53,2	1892,4
28035020	CO	Callao El	110	73°19'10.0"W	10°21'47.0"N	9,7	13,1	36,2	114,4	175,3	119,6	87,9	126,2	159,1	194,5	117,4	40,4	1193,8
28030190	PM	Caracoli	220	73°43'54.2"W	10°5'19.3"N	11,3	32,7	47,9	136,4	106,0	100,3	107,0	109,6	127,6	140,6	99,1	40,3	1058,7
28010020	PM	Descanso El	160	73°14'29.0"W	10°28'55.2"N	12,2	13,8	24,1	95,0	139,5	89,0	89,5	114,8	135,0	216,8	93,4	34,0	1057,0
28020150	PM	Esperanza La Hda	60	73°40'7.8"W	10°1'47.9"N	7,7	25,1	66,4	110,8	146,7	102,2	114,5	145,1	149,6	180,0	156,3	43,9	1246,6
28035040	CO	Guaymaral	50	73°38'51.1"W	9°54'17.7"N	6,8	28,5	78,1	125,9	181,3	119,1	114,4	140,7	154,8	169,7	148,9	40,0	1295,3
28010370	PM	Paris De Francia	180	73°19'42.8"W	10°29'32.5"N	8,1	16,8	54,6	140,9	196,4	122,1	112,2	159,7	178,0	200,1	121,0	41,7	1351,4
28010090	PM	Patillal	450	73°13'42.2"W	10°43'35.4"N	5,2	9,3	20,5	113,7	185,8	105,4	69,9	119,2	159,8	222,1	132,3	33,8	1177,1
28030220	PM	San Angel	244	73°26'28.5"W	10°21'3.2"N	3,6	17,7	40,3	100,6	141,7	101,3	75,5	117,2	140,8	167,5	97,9	18,2	992,7
28010140	PM	Villa Carmelita	450	73°18'0.0"W	10°32'0.0"N	3,7	20,6	46,3	190,0	257,6	173,9	90,9	145,9	172,8	299,1	172,0	42,2	1612,6
28010070	PM	Villa Marlene	120	73°28'1.6"W	10°11'7.8"N	12,1	16,7	59,9	114,0	178,7	127,3	101,8	158,4	192,0	222,4	155,2	27,9	1366,4
28035010	CO	Villa Rosa	70	73°32'50.0"W	10°11'34.0"N	18,0	10,2	69,3	137,3	167,0	137,3	105,5	154,9	183,8	193,1	132,4	38,2	1344,1

Fuente: IDEAM (1981-2010)

Para la estación en la que se registra mayor precipitación es la estación Atanquez con una precipitación de 1892.4 mm y en si misma se presenta la mayor precipitación entre los años estudiados (1981-2010) con 341.8 mm, destacando que el mes de Octubre es donde se presentan más lluvias en todo el año.

Para mayor comprensión se destaca los días de lluvia por parte del IDEAM para el mismo periodo, demostrando así que el mes de Enero y Febrero son los que presentan menos lluvias en el año siendo así los meses más secos y para el mes de Octubre registra la mayor cantidad de días con lluvia en la ciudad de Valledupar. Esto también refleja que las estaciones de Aeropuerto Alfonso López es donde más se registran precipitaciones con 100 lluvias anuales y la estación de Descanso El, la menor con una cantidad de 42 lluvias anuales (Tabla 5).

En la figura 7. Se muestra el rango de precipitación encontrado en este censo por parte del IDEAM, en el cual establece que la ciudad de Valledupar se encuentra en con una precipitación de 1000 mm a 1500 mm.

Tabla 5. Promedio de número de días con lluvia en un periodo de 1981-2010

PROMEDIOS 1981 - 2010						NUMERO DE DÍAS CON LLUVIA												
CODIGO	CAT	NOMBRE	ELEV	LONGITUD	LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
28035030	SP	Apto Alfonso Lopez	138	73°14'58.0"W	10°26'22.0"N	1	1	3	8	14	11	9	13	14	16	9	4	100
28010360	PM	Atanquez	800	73°21'14.8"W	10°42'4.2"N	2	2	4	8	12	6	5	9	12	15	9	3	85
28035020	CO	Callao El	110	73°19'10.0"W	10°21'47.0"N	1	1	4	9	13	11	8	11	13	15	9	3	96
28030190	PM	Caracoli	220	73°43'54.2"W	10°5'19.3"N	1	1	4	7	8	7	7	8	9	10	6	2	70
28010020	PM	Descanso El	160	73°14'29.0"W	10°28'55.2"N	0	1	1	3	5	4	3	5	6	8	5	1	42
28020150	PM	Esperanza La Hda	60	73°40'7.8"W	10°1'47.9"N	1	1	3	6	7	5	5	7	8	8	7	2	59
28035040	CO	Guaymaral	50	73°38'51.1"W	9°54'17.7"N	1	2	5	9	11	9	9	12	12	12	9	3	92
28010370	PM	Paris De Francia	180	73°19'42.8"W	10°29'32.5"N	1	1	3	6	9	6	5	8	8	10	6	2	65
28010090	PM	Patillal	450	73°13'42.2"W	10°43'35.4"N	0	1	1	5	7	5	4	5	7	8	5	1	49
28030220	PM	San Angel	244	73°26'28.5"W	10°21'3.2"N	0	0	1	4	7	5	4	6	6	7	5	1	45
28010140	PM	Villa Carmelita	450	73°18'0.0"W	10°32'0.0"N	0	1	3	8	11	7	4	7	10	14	8	2	73
28010070	PM	Villa Marlene	120	73°28'1.6"W	10°11'7.8"N	1	1	4	7	8	6	6	8	9	10	7	2	69
28035010	CO	Villa Rosa	70	73°32'50.0"W	10°11'34.0"N	1	1	5	9	12	9	9	12	13	14	10	3	97

Fuente: IDEAM (1981-2010)

Según Gonzales y Narvaez (2016) se declara desde 1969 por el IDEAM, ubicada en el aeropuerto Alfonso López, una temperatura media anual de 28.4°C, mínimas de 22°C y máximas con 34°C, promediando así al mes de abril como el más caluroso con un promedio de 30°C y el más fresco como el mes de Octubre con 26°C.

El IDEAM en sus cifras en el periodo de 1981-2010, declara una temperatura media anual de 29°C en su promedio multianual (Tabla 6), una mínima promedio de 23,4°C multianual con la temperatura mínima en todo el año en el mes de Diciembre y Enero con la más mínima registrada de 21,9 °C (Tabla 8) y una temperatura máxima promedio de 34,7 °C multianual, exhibiendo al mes de marzo como el más caluroso del año con temperatura máxima registrada en todo el censo de 36,6 °C (Tabla 7).

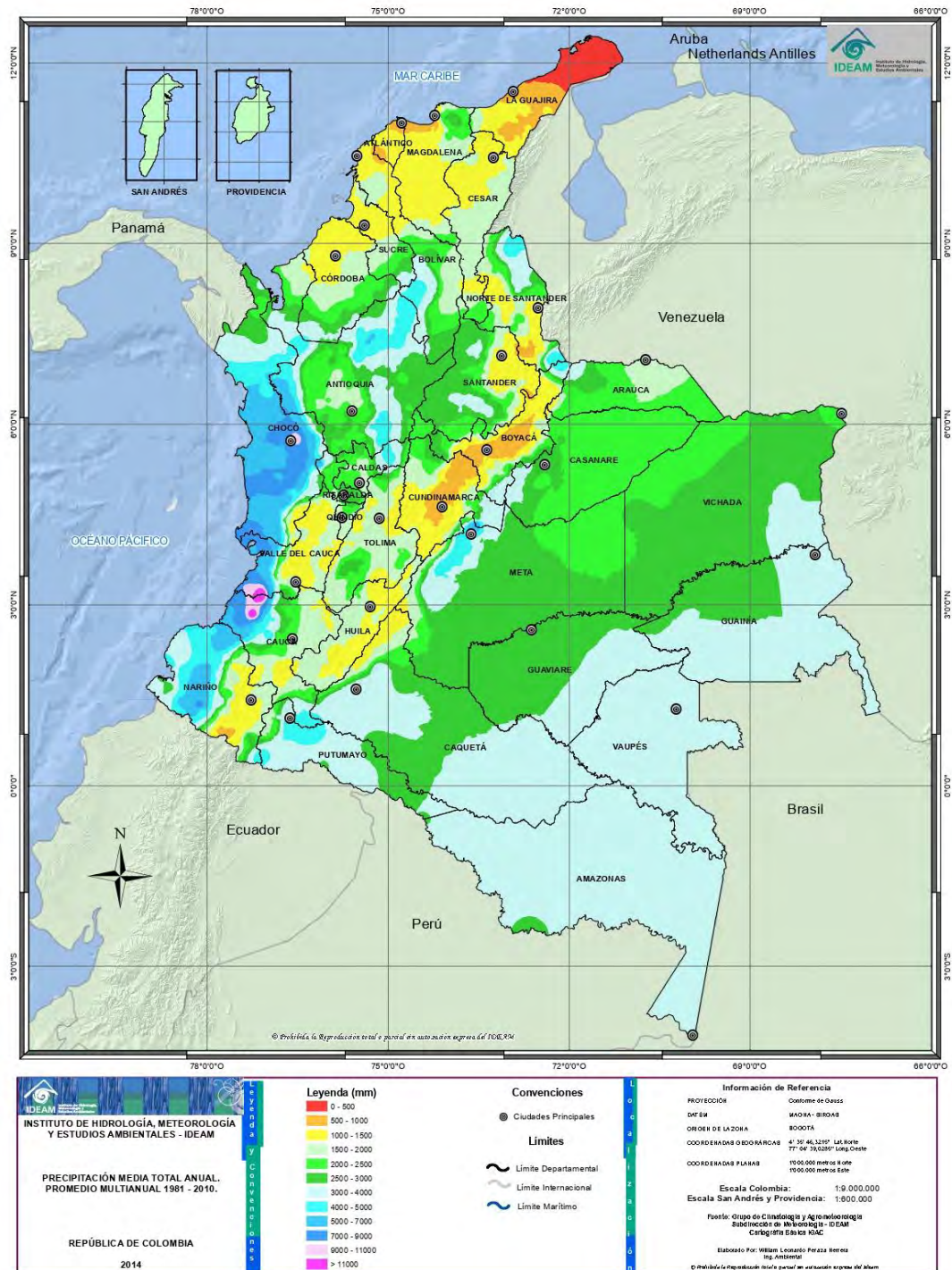


Figura 7. Precipitación media total anual promedio multianual de 1981-2010

Fuente: IDEAM (1981-2010)

Tabla 6. Temperatura media de la ciudad de Valledupar periodo 1981-2010

PROMEDIOS 1981 - 2010						TEMPERATURA MEDIA (°C)												
CODIGO	CAT	NOMBRE	ELE	LONGITUD	LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
28035030	SP	Apto Alfonso Lopez	138	73°14'58.0"W	10°26'22.0"N	29,1	29,9	30,2	29,8	28,9	29,1	29,8	29,4	28,2	27,8	27,9	28,4	29,0
28035020	CO	Callao El	110	73°19'10.0"W	10°21'47.0"N	28,5	29,4	29,7	29,1	28,2	28,2	28,7	28,5	27,5	27,1	27,4	27,6	28,3
28035040	CO	Guaymaral	50	73°38'51.1"W	9°54'17.7"N	30,4	30,5	30,3	30,2	29,7	29,8	29,9	29,8	29,3	28,8	29,0	29,7	29,8
28035010	CO	Villa Rosa	70	73°32'50.0"W	10°11'34.0"N	29,4	30,2	30,3	29,6	29,0	28,8	29,2	29,0	28,0	27,7	27,8	28,3	28,9

Fuente: IDEAM (1981-2010)

Tabla 7. Temperatura máxima media de la ciudad de Valledupar periodo 1981-2010

PROMEDIOS 1981 - 2010						TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C)													
CODIGO	CAT	NOMBRE	ELE	LONGITUD	LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO ANUAL	MÁXIMA ANUAL
28035030	SP	Apto Alfonso Lopez	138	73°14'58.0"W	10°26'22.0"N	34,8	35,6	36,0	35,5	34,0	34,0	35,2	35,0	33,8	32,8	32,8	33,7	34,5	36,0
28035020	CO	Callao El	110	73°19'10.0"W	10°21'47.0"N	35,2	36,1	36,5	35,6	34,1	33,9	34,7	34,8	33,5	33,1	33,1	33,8	34,5	36,5
28035040	CO	Guaymaral	50	73°38'51.1"W	9°54'17.7"N	36,4	36,5	36,6	36,5	35,5	35,4	35,7	35,5	34,6	33,8	34,1	35,1	35,3	36,6
28035010	CO	Villa Rosa	70	73°32'50.0"W	10°11'34.0"N	35,7	36,4	35,9	35,6	34,1	34,6	35,1	35,0	33,8	33,1	33,4	34,8	34,6	36,4

Fuente: IDEAM (1981-2010)

Tabla 8. Temperatura mínima media de la ciudad de Valledupar periodo 1981-2010

PROMEDIOS 1981 - 2010						TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C)													
CODIGO	CAT	NOMBRE	EVAIC	LONGITUD	LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO ANUAL	MÍNIMA ANUAL
28035030	SP	Apto Alfonso Lopez	138	73°14'58.0"W	10°26'22.0"N	22,8	23,4	24,1	24,5	24,3	24,2	24,3	24,1	23,5	23,3	23,3	23,1	23,7	22,8
28035020	CO	Callao El	110	73°19'10.0"W	10°21'47.0"N	21,9	22,5	23,1	23,5	23,4	23,2	23,0	23,0	22,4	22,5	22,4	21,9	22,8	21,9
28035040	CO	Guaymaral	50	73°38'51.1"W	9°54'17.7"N	23,8	24,3	24,3	24,2	24,2	24,2	24,2	24,0	23,7	23,6	23,6	23,5	23,9	23,5
28035010	CO	Villa Rosa	70	73°32'50.0"W	10°11'34.0"N	22,1	23,4	24,0	24,2	24,0	23,8	23,7	23,5	23,1	23,1	22,9	22,0	23,3	22,0

Fuente: IDEAM (1981-2010)

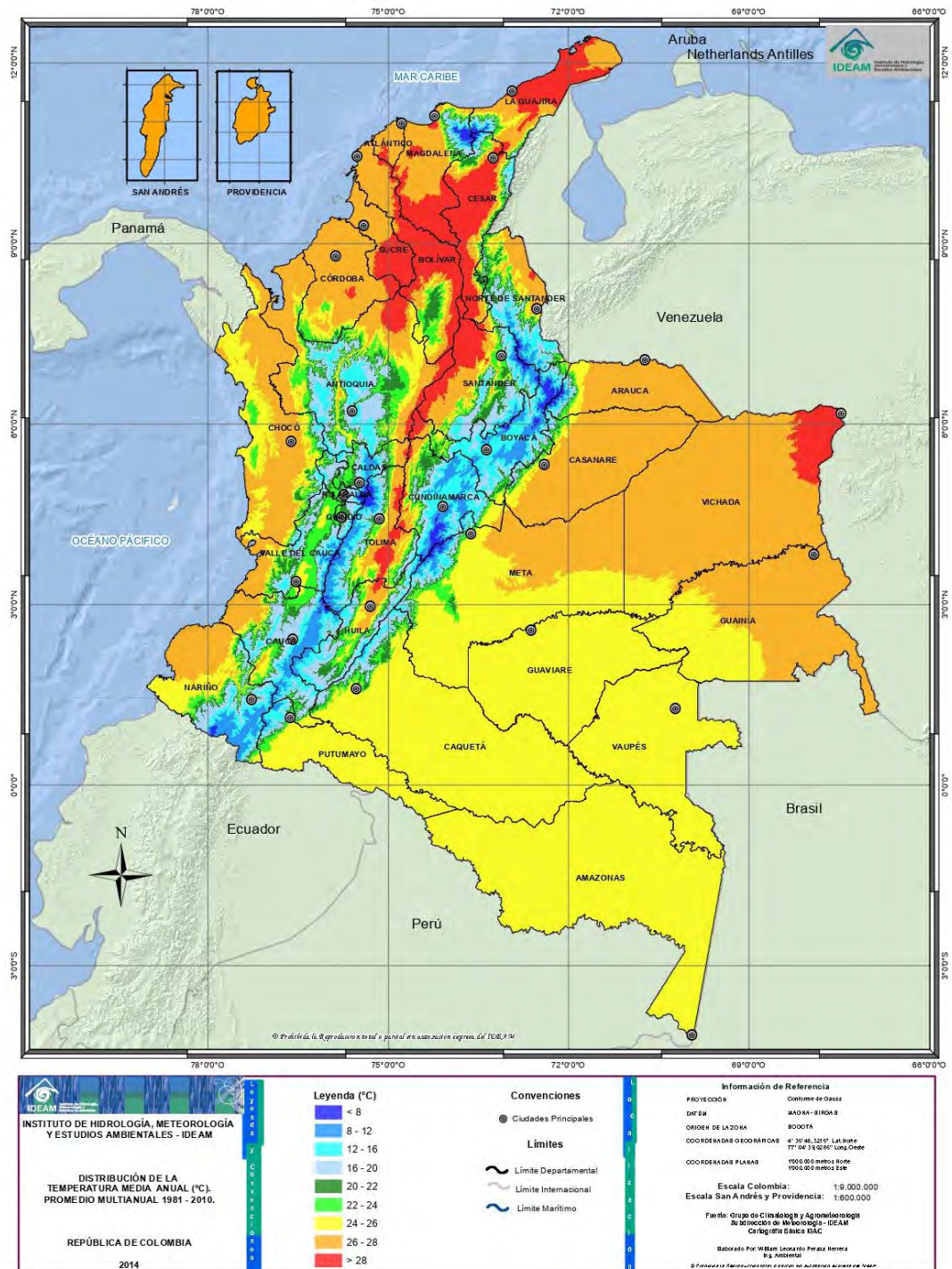


Figura 8. Distribución de la temperatura media anual (°C). Promedio multianual de 1981-2010.

Fuente: IDEAM (1991-2010)

En la figura 8, se demuestra que la ciudad de Valledupar presenta temperaturas mayores de 28°C.

4.4.3. Hidrografía

La red hidrológica del departamento está conformada por los ríos Magdalena y Cesar, junto con sus afluentes. Con un recorrido de 100 kilómetros, el Magdalena sirve como drenaje de las corrientes a la mitad del sur del departamento la cual se origina desde la Serranía de los Motilones como el Buturama, el San Alberto del Espiritu Santo y el Lebrija. Las ciénagas hacen parte fundamental del ecosistema atribuyéndole su mayor tamaño a la Ciénaga del Zapatosa, la cual sirve como conexión entre los ríos Magdalena y Cesar. (GOBCESAR, 2020)

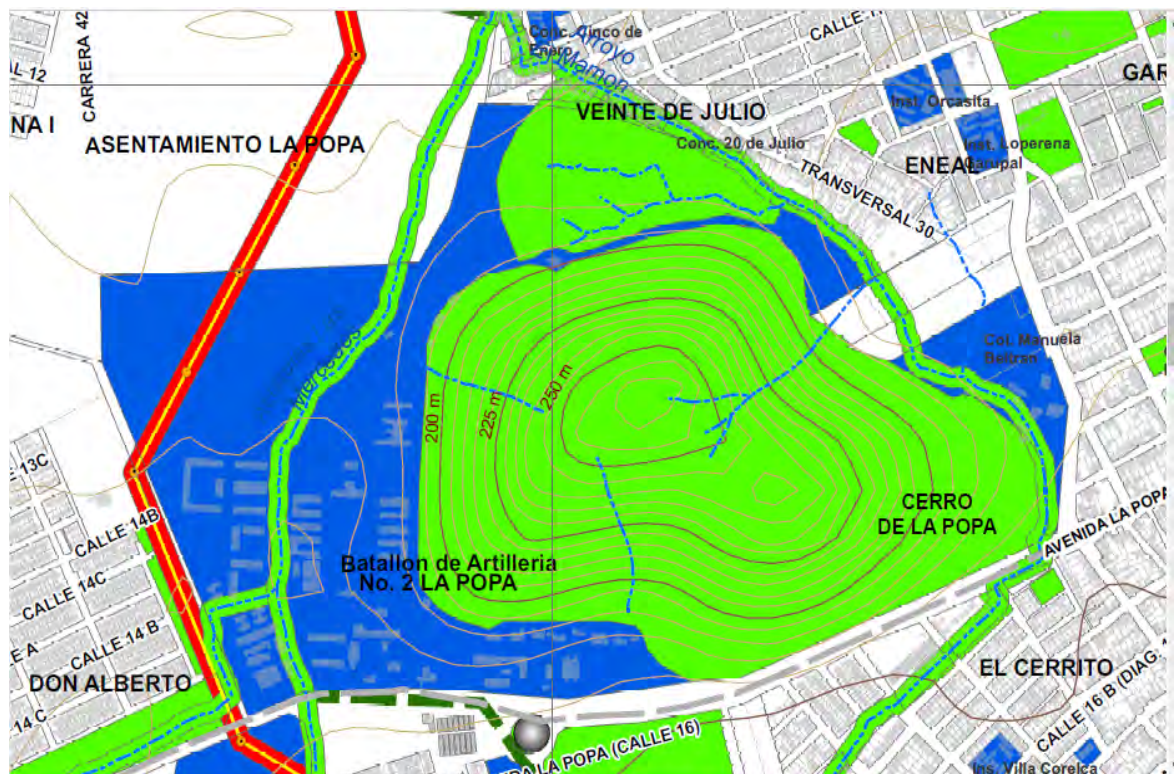


Figura 9. Red Hidrológica en el cerro la popa, Valledupar, Cesar, Colombia.

Fuente: Plan de ordenamiento territorial de Valledupar, 2015



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



En el cerro la Popa se puede observar una fuente importante de abastecimiento de agua para el mismo bosque seco tropical presente. Este se debe al Humedal declarado como un ecosistema vulnerable en este tipo de zonas, ya que las grandes temperaturas pueden provocar una escasez de agua hasta llegar a la extinción completa del Humedal. El cerro limita con los Humedales del Eneal, Acequias las Mercedes y el Arroyo el Mamon; y en sus límites hidrográficos se aprecia 3 correntias propias del mismo cerro la Popa, como lo muestra la figura 9.

4.4.4. Suelo

El suelo es una base fundamental para las actividades humanas y la preservación de la naturaleza. La ciudad de Valledupar es un territorio ideal tanto para la producción de alimentos agropecuarios, forrajes y para los proyectos sostenibles (Nieto & Suarez, 2018), según el estudio llamado “Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento” realizado por Nieto y Suarez (2018), hay 1.084.573 hectáreas (48% del área departamental) son aptas para la agricultura, ganadería o desarrollos forestales, mientras que los terrenos que pretenden ser usados para la protección ambiental es de 1.156.618 hectáreas (51%).

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del 2015, establece una estructura de clasificación de suelo en el área metropolitana de Valledupar, en donde sitúa al cerro la Popa en un área de protección urbano y de expansión, con un total de 623,89 hectáreas (Figura 10.)

4.5. MARCO LEGAL.

Tabla 9. Normatividad legal vigente que soporta la realización del proyecto.

NORMA	TITULO	DESCRIPCIÓN
Constitución política de Colombia	<p>Título I: de los principios fundamentales</p> <p>Título II: de los derechos, las garantías y los deberes</p>	<p>Artículo 8: Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación</p> <p>Artículo 80: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución</p>
Ley 99 de 1993	<p>Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Con la creación del ministerio se dispusieron leyes en pro a la reservación de lugares de importancia ecológica, además se habla sobre la evaluación de impacto ambiental y su licenciamiento</p>

NORMA	TITULO	DESCRIPCIÓN
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Donde se habla de la protección, preservación y manejo de los recursos naturales.
Acuerdo N° 032 del 9 de Agosto de 1996	Por el cual se declara reserva ecológica y patrimonio de la ciudad, los accidentes montañosos de Hurtado y la Popa	En este acuerdo se da la importancia que tienen estos dos cerros, para la ciudad y dictamina la necesidad de preservar y conservarlos
Resolución No 1207 de 7 de Noviembre de 2012	Por el cual se expiden las Determinantes Ambientales para la elaboración de los Planes De Ordenamiento Territorial Municipal de los Municipios Jurisdicción del Departamento del Cesar	Este documento busca el reconocimiento de las áreas protegidas para la implementación del plan de ordenamiento territorial para Valledupar y municipios de su jurisdicción
Resolución No. 1912 de 15 de septiembre del 2017	Por el cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costero que se encuentran en el territorio	Establece el listado oficial de las especies silvestres amenazadas que se encuentran en la nación.

NORMA	TITULO	DESCRIPCIÓN
	nacional, y se dictan otras disposiciones.	

Fuente: Autores.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA



4.6. MARCO INSTITUCIONAL.

Los estudios realizados se realizaran en el cerro la Popa de la ciudad de Valledupar, la cual esta guardada por el CANTON MILITAR DE LA DECIMA BRIGADA, bajo mando del EJERCITO NACIONAL DE COLOMBIA por lo que se relacionaron algunos aspectos fundamentales de dichas institución como son:

4.6.1. Misión

El Ejército Nacional conduce operaciones militares orientadas a defender la soberanía, la independencia y la integridad territorial, proteger a la población civil, los recursos privados y estatales para la contribución a generar un ambiente de paz, seguridad y desarrollo, que garantice el orden constitucional de la NACION.

4.6.2. Visión

Un Ejército legítimo, disciplinado, moderno, profesional. Entrenado, afianzado de sus valores, con la moral en alto, capaz de neutralizar las amenazas internas y externas en el cumplimiento de su misión, contribuyendo a la construcción de los caminos de la paz y al desarrollo de la nación.

En el año 2030, el Ejército Nacional será una fuerza distinguida por altos estándares de efectividad y competitividad en el cumplimiento de las misiones y roles asignados; flexibilidad y adaptable a los escenarios, con niveles superiores de capacidad operacionales, modernizado y afianzado en el alto desempeño y profesionalización de sus hombre y en la innovación tecnológica, para combatir las nuevas amenazas, asumir los restos emergentes, preservar la paz, el medio ambiente y contribuir a los logros de los fines del Estado, en absoluto arraigo del respeto a la dignidad.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



4.6.3. Símbolos de la Institución.



Figura 11. Escudo del Ejército Nacional.

Fuente: Google Imágenes.



5. MARCO METODOLÓGICO.

5.1. LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

5.1.1. Línea de investigación

Sostenibilidad y gestión ambiental.

5.1.2. Sublínea de investigación

Gestión integral de la biodiversidad y del patrimonio ambiental

5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación se basa en un sistema cualitativo y cuantitativo en el que se identificaron de manera puntual las afectaciones, tipo y grado de ellas, y de igual forma la existencia de las especies referenciadas anteriormente y se procede al desarrollo del plan de restauración.

5.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación se basó en un nivel explicativo y descriptivo. Explicativo puesto que se cuestiona la causa del fenómeno observado como es la degradación del ecosistema, se tomó de igual manera la investigación de forma descriptiva con el objetivo de describir los sucesos que ocurren en dicha área de estudio en este caso el cerro La Popa.

5.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Se estudió los bosques secos de la ciudad de Valledupar.

5.5. MUESTRA POBLACIONAL

Como muestra se tomó el bosque seco tropical (Bs-t) ubicado en el cerro La Popa de la ciudad de Valledupar frente la avenida la popa (Calle 16) resguardado por la Décima Brigada en el Batallón de artillería No. 2 LA POPA, en donde se desarrolló



un muestreo aleatorio simple y sistematizado sin reemplazo de puntos estratégicos para el diagnóstico de la composición florista y también el efecto de las actividades realizadas en el sector.

5.5.1. Procedimiento de muestreo.

Las áreas de estudio se establecieron por medio de una parcelación del cerro la Popa; usando la herramienta Qgis y Google Earth, se hizo una muestra aleatoria sistematizada delimitando el cerro con un buffer de 20 metros (m), el cual permitió llegar a la zona del bosque seco tropical evitando el contacto directo con las instalaciones del Batallón. Esté arrojó un resultado de 402 parcelas de 50 metros de largo y 20 metros de ancho en el plano, ya que la metodología estipulaba que las parcelas deben estar 20 m distanciadas entre sí (Metodología Gentry citada por Mendoza, 2008).

Con el fin de aplicar la metodología Gentry y la metodología RAINFOR en “Field Manual for Plot Establishment and Remeasurement” (Phillips et. al., 2009), para el procedimiento de la escogencia de los puntos, se estableció una población de 10 puntos de muestreo o 10 parcelas que servirían como indicio del desarrollo del bosque seco tropical con un área total de 0.1 Hectáreas (Ha) (Figura 12), permitiendo realizar un diagnóstico a la investigación de la composición florística del Cerro la Popa de Gonzáles y Narváez en el año 2016. Con ello se realizó un muestreo aleatorio simple sin reemplazo, estableciendo una numeración a las coordenadas de cada parcela.



Figura 12. Parcelas de muestreo por el método de muestreo aleatorio simple y sistematizado sin reemplazo a través de la herramienta QGIS.

Fuente: Autores.

Finalmente se estableció con coordenadas geográficas un mapa que permitiría localizar de manera gráfica las parcelas distribuidas por el Cerro la Popa (Figura 13).



Figura 13. Puntos escogidos por medio de muestreo sistematizado para garantizar la separación entre ellos y los puntos de muestra con muestreo simple aleatorio sin reemplazo, que permite el cubrimiento de la mayor cantidad de muestra sin repetir entre ellos.

Fuente: Autores.

Por último y debido a la forma del suelo y sus condiciones, se establecieron correcciones en las parcelas, moviendo estratégicamente aquellas a las cuales no se pudieran acceder de forma normal y dándole coordenadas reales del sitio evaluado. Las parcelas que fueron movidas por tener un acceso difícil fueron P-291 y P-333, quienes se encontraban en zonas escambrosas el bosque, donde el acceso se tenía que hacer entre algunos matorrales y arbustos espinosos y que además se encontraban muy lejos de la ruta de la reserva ecológica.

En la figura 14, se pueden observar las correcciones a las ubicaciones de las parcelas, las cuales se les asignó la coordenada real en donde se realizó el estudio.



Figura 14. Área de estudio con parcelas corregidas.

Fuente: Autores.

En el anexo 1 se puede apreciar las coordenadas geográficas tomadas al momento del procedimiento de registro de especies.



5.6. DESARROLLO METODOLÓGICO

5.6.1. Primera etapa

Caracterizar las especies de flora existentes en lugares considerados como estratégicos tales como zonas de mayor y menor afectación ambiental del bosque seco tropical identificando su condición actual.

5.6.1.1. *Actividad 1: visita diagnóstico y delimitación estratégica del cerro La Popa*

Se llevó a cabo una visita diagnóstico en el cerro con el fin de conocer sus puntos más afectados, las zonas ubicadas con mayor afectación ambiental consideradas como importantes para la restauración, las zonas intactas que han recibido una interacción casi nula con la comunidad y que sirvan como aporte al proyecto de investigación. Para el desarrollo de esta visita diagnóstica se recibió el apoyo de la oficina de gestión ambiental del Batallón de artillería N°2 La Popa, haciendo acompañamiento para la identificación y ubicación de los sitios donde se evidencia mayor interacción entre el personal que reside dentro de las instalaciones del cantón militar, tomando como hipótesis principal esta interacción como la posible causante de la degradación del ecosistema del cerro la Popa. Es importante resaltar que las zonas identificadas en esta visita diagnóstica se incluyen en los 10 puntos de muestreo descritos en el procedimiento de muestreo.

El día de la visita se hizo uso de equipos de protección personal y de bioseguridad tales como botas, gorras, tapabocas, camisa manga larga y pantalones de mezclilla; además de herramientas manuales como machetes y equipos electrónicos para la ubicación de las coordenadas geográficas haciendo uso de la aplicación de Google Earth.

Las delimitaciones de las zonas se llevaron a cabo según lo dicta la metodología de *Gentry* descrita en Mendoza (2008) por el Instituto de Investigación de Recursos.

5.6.1.2. Actividad 2: Recolección de datos para el diagnóstico del inventario forestal.

Para el desarrollo de esta actividad se dispuso de la colaboración del batallón La Popa, al que se le solicitó el acompañamiento de personal que se capacitó en temas de mediciones en DAP, para el diagnóstico de la composición florística realizada, tomando como modelo la metodología *Gentry*.

En la recolección de datos se estableció lo siguiente:

1. Se midió el área en el punto de coordenadas correspondiente de 50mX2m y se delimito la zona o parcela (Mendoza, 2008). Teniendo en cuenta que el área de estudio es de relieve montañoso y teniendo presente que las unidades de muestreo se tomaron refiriendo a un plano horizontal o planimétrico, para las laderas con pendientes se realizó una corrección de pendientes basándose en el método de resaltos horizontales o banqueo, el cual usa distancias horizontales cortas, paralelas al terreno como se muestra en la siguiente figura tomada de Dallmeier (1992) citada en Camacho (2000).

$$\text{Distancia sobre el terreno} = \text{Distancia horizontal} * (1 / \arctan (\% \text{ pendiente} / 100))$$

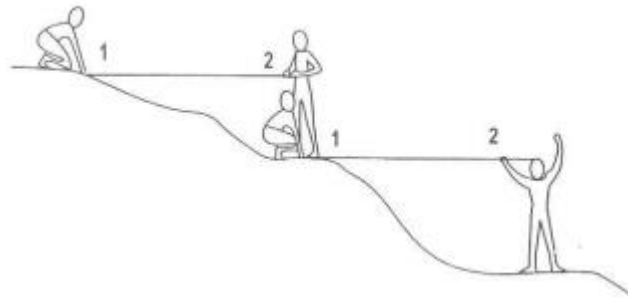


Figura 15. Método de distancias horizontales

Fuente: Camacho (2000)

2. Para el procedimiento de delimitación de la parcela se trazó con una cinta y con una vara de 1 metro se establecieron la distancia a cada lado de la cinta (Figura 16)

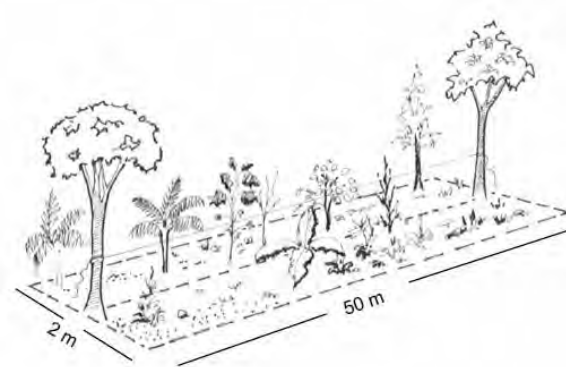


Figura 16. Transecto o parcela de muestreo de plantas leñosas con el método de RAP de A. Gentry

Fuente: Mendoza, 2008

3. Se escogieron las plantas que estuvieran dentro de la parcela y cuyo DAP a la altura del pecho (1,3m) sea mayor o igual a 1 cm o CAP que sea mayor o igual a 3 cm según la metodología Gentry (1982).



Figura 17. Medición del CAP para calcular el DAP

Fuente: Mendoza, 2008

Además se estima su altura comercial y total y las características del individuo que ayude en la identificación (en lo más posible se identifican en campo).

La cinta para cada transecto o parcela se amarró a un árbol, el cual se incluyó dentro de los registros. Para medir el DAP, se utilizó un metro y se realizó la medida de la circunferencia a la altura del pecho (CAP), como lo muestra la figura 17.

CAP \geq 3cm con DAP \geq 2.5cm

CAP \geq 7.8cm con DAP \geq 1cm.

4. Para cada parcela se generó una tabla de registro de especie. A medida que se registran los individuos en una parcela o transecto se enumeran secuencialmente y se registran su CAP o DAP, su altura comercial (hace referencia a la altura que se puede sacar provecho en actividades económicas, como muebles, leña, etc.) y su altura total (equivale a la altura desde el límite del suelo hasta la copa del árbol).

El cálculo del área basal, la identificación de familias, especies, etc., se hicieron finalizando la práctica.

5. Por ultimo en la aplicación del método de plantas leñosas en 0.1ha se tomaron las siguientes recomendaciones:
 - Se incluyeron los arboles vivos caídos, cuya raíz se encontraban dentro de la parcela o transecto, pero su tallo y follaje estaban fuera del mismo. De caso contrario no se incluyeron (Villareal et all, 2006) (Figura 18).

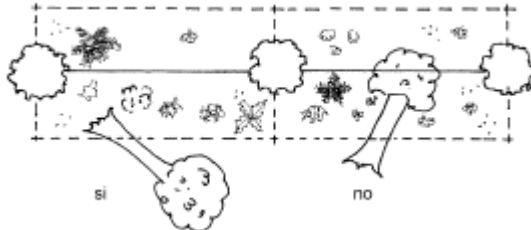


Figura 19. Árboles vivos caídos dentro de la parcela

Fuente: Villareal et all, 2006

- Los individuos que se encuentran en el límite de transecto o parcela, debe incluirse siempre y cuando la mitad o más de su tronco este dentro del transecto (Villareal et all, 2006) (Figura 19).

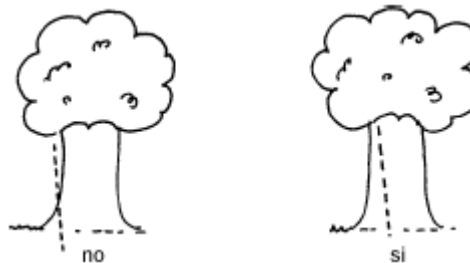


Figura 18. Árboles en el límite de transecto o parcela.

Fuente: Villareal et. all. (2006)

- En el momento que se encontraba un individuo caído dentro de una parcela, se medía su DAP o CAP sobre el tronco a una distancia de 1.3 m desde donde sale la raíz (Villareal et all, 2006) (Figura 20).

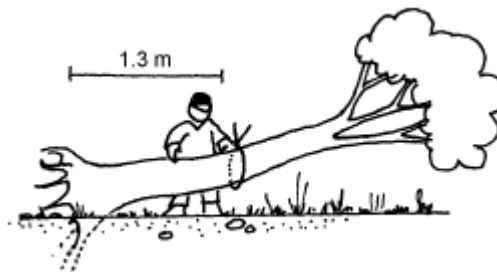


Figura 20. Medición del DAP o CAP de un árbol caído.

Fuente: Villareal et. all. (2006)

- Si el tallo del individuo está ramificado por debajo de 1.3 m de la superficie, se midió cada una de las ramificaciones a la altura del pecho

y posteriormente se sumaron las áreas basales obtenidas de casa una de estas ramificaciones (Villareal et all, 2006) (Figura 21).

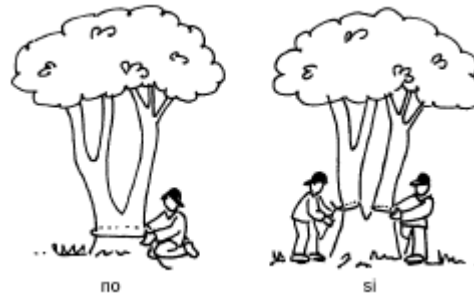


Figura 21. Árboles con raíces tabulares muy altas

Fuente: Villareal et all, 2006

- Los árboles que tienen raíces tabulares muy altas, se midieron arriba de estas, es decir, donde comienza el fuste recto del tallo, así este por encima de la altura del pecho (Villareal et all, 2006) (Figura 22).

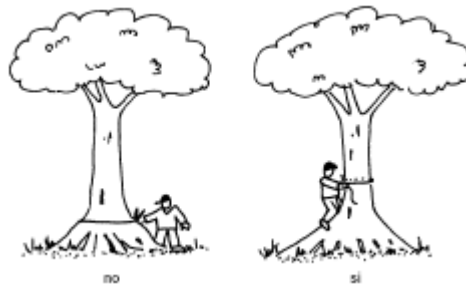


Figura 22. Árbol con varias ramificaciones por debajo de la altura del pecho

Fuente: Villareal et all, 2006

6. Por último se realizó una recolección de semillas y frutos para el desarrollo de un semillero con la intención de tener las mismas especies encontradas en el cerro para la restauración ecológica. Cabe destacar que esta etapa se realizó en las épocas donde se pueda encontrar la mayoría de dichas semillas.



5.6.2. Segunda etapa:

Analizar los datos arrojados por la caracterización y compararlo con el inventario existente realizado en el área de influencia para la formulación del plan de restauración.

5.6.2.1. Actividad 3: Análisis y comparación de los datos arrojados para la formulación del plan de restauración.

Con los datos obtenidos se pasó al desarrollo del análisis para la comparación entre las especies arrojadas por el diagnóstico, la información fenológica y composición florística existente sobre el Bosque seco tropical (Bs-t) de la zona de estudio y se estimaron el desarrollo de las especies encontradas, especies foráneas e insertadas, además de las considerables en la categoría de amenaza.

De igual forma se tabuló la composición florística encontrada, familia, especie, nombre común, nombre científico, entre otros y se evalúa el índice de biodiversidad y curvas de distribución de especies de los datos recolectados, para observar patrones en las sucesiones que pueden ser encontradas y que servirán de ayuda para tener una base de datos precisa y específica en la formulación del plan de restauración de la reserva.

Adicionalmente a esto, se determinó cuáles son las especies que son base fundamental para un desarrollo equilibrado en conjunto con las actividades generadas por la comunidad, así como también las especies abundantes, las raras, etc., como una base para obtener el grado de vulnerabilidad o importancia que hay entre especies.

Para este análisis se usaron varios catálogos herbarios como los son El catálogo de árboles urbanos en Colombia de la Universidad EIA y USFS (2018) y el catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá por la Universidad EIA (2014).



5.6.3. Tercera etapa

Diseñar estrategias de conservación y preservación de la zona de reserva ecológica que ayude a la formulación del plan de restauración del bosque seco.

5.6.3.1. Actividad 4: Formulación del plan de restauración del bosque seco tropical.

De acuerdo a toda la información documentada en la etapa anterior, en donde se identificaron las zonas y las especies que habitan, se procedió a formular las estrategias para la búsqueda del mejoramiento y el buen manejo de los recursos naturales en el cerro La Popa. En esta actividad se utilizaron metodologías como la del *“plan nacional de restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas”* creado por el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2015) en conjunto con su anexo número 8 *“Guía técnica para la restauración ecológica de los ecosistemas en Colombia”* de Villareal et. al., (2012) o grupo GREUNAL (2012) el cual implementa las pautas del desarrollo de un plan de restauración. En esta actividad se establecieron:

- La definición del área disturbada
- Las metas y objetivos del plan de restauración
- La identificación de las escalas y jerarquías de disturbios
- La evaluación de la potencialidad de la regeneración de las especies
- Los tensionantes para la restauración
- La selección de especies adecuadas para la restauración, las cuales se tuvo como guía la Actividad 2 de la segunda etapa (Inciso 5.6.1.2.).

6. RESULTADOS Y ANALISIS

6.1. PLAN DE RESTAURACION DEL BOSQUE SECO TROPICAL DEL CERRO LA POPA

6.1.1. Descripción del ecosistema de referencia

El bosque seco tropical (Bs-t) del cerro la Popa demuestra poca información científica, debido a los escasos estudios realizados en esté, donde solo se pudo encontrar el documento de “Estudio de la biodiversidad florística del bosque seco tropical del cerro La Popa en la ciudad de Valledupar” de Gonzales y Narvez (2015).

Según la metodología enmarcada en el anexo 8 de la Guía Técnica para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas de Colombia llevada a cabo por el grupo GREUNAL (2012), Se considera la identificación del ecosistema de referencia según sus recomendaciones. En ellas se evalúa un ecosistema de referencia con fotografías historias.

— *Especies de referencia*

Debido a esto se toma como referencia las especies y condiciones del Santuario de vida silvestre Los Besotes. Este santuario tiene la particularidad de contener en armonía su biota con varios tipos de ecosistema uno de ellos se trata del bosque seco tropical, el cual es quien tiene la mayor área presente en el Santuario.

Tabla 10. Composición florística de la vegetación del santuario de Los Besotes

ESPECIE	
**Especies de la formación mayor de los bosques de <i>Machaerium biovulatum</i> y <i>Eugenia procera</i>	**Sin formación definida bosques espinosos de <i>Pereskia guamacho</i> y <i>Piptadenia flava</i>
Machaerium biovulatum	Piptadenia flava
Eugenia procera	Caesalpinia coriaria
Astronium graveolens	Handroanthus bilbergii
Genipa americana	Handroanthus chrysea

Pilocarpus goudotianus	Handroanthus coralibe
Tabebuia rosea	Haematoxylum brasiletto
Randia aculeata	Cereus hexagonus
Piptadenia flava	Pereskia guamacho
Pogonopus speciosus	Chloroleucon mangense
Tabernaemontana cimosa	Coccoloba acuminata
Casearia arguta	Otras especies encontradas
Inga sp.	Acalypha macrostachya
Ardisia foetida	Achatocarpus nigricans
Aspidosperma cuspa	Andira inermis
Capparidastrum frondosum	Aspidosperma cuspa
**Formación de los bosques de Bursera simaruba y Pterocarpus acapulcensis	Aspidosperma polyneuron
Bursera simaruba	Bursera sp.
Pterocarpus acapulcensis	Vitex cymosa
Hymenaea courbaril	Casearia cf. Corymbosa
``Formación de bosques de Spondias mombin y Caliandra magdalenae	Cecropia peltata
Spondias mombin	Ceiba pentandra
Calliandra magdalenae	Celtis trivervia
Mabea montana	cf. Albizia subdimidiata
Acacia riparia	Cinnemomum triplenerve
Tabebuia serratifolia	Clitoria dendrina
Pseudobombax septenatum	Coussarea sp.
Cnidoscolus urens	Indet. DMC 17 (Anacardiaceae)
**Formación de bosques de Cochlospermum vitifolium y Astronium graveolens	Indet. DMC 44
Cochlospermum vitifolium	Erythrina velutina
Acalypha macrostachya	Erythroxyllum sp. 2
Pisonia cf. Aculeata	Erythroxyllum sp. 3
Albizia subdimidiata	Faramea occidentalis
Cordia bidentata	Guettarda acreana
Albizia niopoides	Hamelia cf. Axilaris
Handroanthus chrysanthus	Handroanthus chrysanthus

Machaerium capote	Heisteria acuminata
Hura crepitans	Indet. 1
Byrsonima crassifolia	Inga edulis
**Formación de bosques de Myrcianthes aff. Fragrans y Brosimum alicastrum	Indet. JDG 1772
Brosimum alicastrum	Lonchocarpus punctatum
Myrcianthes fragrans	Maclura tinctoria
Anacardium excelsum	Indet. MBL 27
Ficus yoponensis	Indet. MBL 30
**Formación de los bosques de Simira cordifolia y Sapindus saponaria	Indet. MBL 53
Sapindus saponaria	Melochia sp
Simira cordifolia	Miconia spicelatta
Erythroxylum sp. 1	Myriocarpa stipitata
Melicoccus bijugatus	Platymiscium pinnatum
Pradosia colombiana	Plumeria sp.
Sorocea sprucei	Protium heptaphyllum
**Formación de los bosques de Clavija sanctae-marthae y Ocotea macrophylla	Rondeletia sp.
Clavija sanctae-marthae	Roseodendron chryseum
Maytenus longipes	Sciadodendron excelsum
Tabernaemontana heterophylla	Senigalia tamarindifolia
Triplaris americana	Senna sp. 1
Piper medium	Sterculia apetala
Celtis trinervia	Tetragastris panamensis
Ocotea macrophylla	Trichilia hirta

Nota: Se establecen que las colecciones de las especies reciben siglas de los responsables, las cuales son: DMC= Diana Marcela Castillo, MBL= Mary Berdugo Latke y JDG= Juan Diego Garcia.

**** Adaptado de Berdugo-Lattke y Ranchel-Ch (2015)**



El santuario Los Besotes es un ecosistema a las afuera de la ciudad de Valledupar en la cual se registra un Bs-t en la mayoría de su área, aparte de tener unas condiciones comparables al Cerro la Popa en estudio.

— ***Fotografías históricas aéreas del cerro la Popa***

El ecosistema de referencia es un modelo que sirve de guía en un proyecto de restauración (Vargas et. al., 2012). Como ecosistema de referencia se tomaron las fotografías históricas y recientes del área del Cerro la Popa, la fotografía más antigua a la cual se puede apreciar al cerro la Popa y su Bs-t es de la herramienta Google Earth de noviembre del 2006, considerando que en periodos anteriores no se tomaron en cuenta puesto que la calidad de la imagen es mínima y no permite identificar las condiciones del cerro la Popa.

De esta manera se puede tener una referencia de las condiciones iniciales, como áreas donde se pudiera encontrar el Bs-t y parches de ecosistemas.

Para el año 2006, se tiene un registro de fotografías aéreas en las cuales se identifica lo siguiente:

- **Cantón militar:** Antes llamado Batallón de artillería N° 2 de la décima brigada del ejército, con un área de 194.044,63 m² (0,194 km²) de espacio construido (instalaciones) en el cual abarca las áreas institucionales (Figura 23. Inciso 3.). Se tomó un área de polígono de tiro o campo de tiro (Figura 23. Inciso 4.) de 4.185 m² o 0,00418 km², así mismo se tomó como área del Cantón militar la caseta de comunicaciones (Figura 23. Inciso 1.) con un área de 36,1 m². Para un total de 0,198 km² aproximadamente.
- **Humedal:** Es de resaltar la presencia de humedales que permiten mantener el aporte hídrico en la zona perimetral del Cerro la Popa y el cual es de gran importancia para el sostenimiento del ecosistema, con un área aproximada de 5.824 m² o 0,0058 km² (Figura 23).

- **Tanque de almacenamiento de agua potable:** Este proyecto creado por la empresa de agua potable de Valledupar (EMDUPAR S.A. – E.S.P.) con el objetivo de abastecer a la comuna 4 de la ciudad, se establece como una área de perturbación del ecosistema hasta la actualidad. Con un área de 1.511 m² se demarca como el sitio más grande dentro del perímetro del Bs-t de intervención humana (Figura 23. Inciso 2).
- **Caseta:** Esta área corresponde a un centro de comunicaciones que a la fecha se encuentra clausurado y en ruinas ya que su uso no está disponible, identificando afectaciones en el suelo debido a excavaciones realizadas para la presunta instalación de una antena de comunicación.



Figura 23. Delimitación y demarcación de las áreas identificadas para el año 2006 por medio de fotografías aéreas de Google Earth del Cerro la Popa

Fuente: Autores

Para el año 2021, se evidencia en el registro fotográfico (Figura 24), debido a la proliferación de los asentamientos irregulares (Invasiones), conlleva a un aumento en la expansión urbanística en las zonas aledañas al cantón militar lo que afecto de

una forma indirecta las zonas verdes ubicadas en la falda del cerro. Se evidencia una nueva área de perturbación la cual corresponde a una antena de comunicaciones, las nuevas áreas se describen a continuación:

- **Antena de comunicaciones:** a través de registros fotográficos por parte de la herramienta Google Earth se induce que la instalación de una antena de comunicaciones entre los años 2006 – 2010.
- **Zona de pastoreo:** Denominada así, puesto que en esta área se encuentran algunos potreros de caballos y sitios de siembra, que hacen parte del centro penitenciario perteneciente al Cantón militar.



Figura 24. Condiciones actuales y usos de los terrenos del Cerro la Popa por medio de fotografías aéreas con la herramienta de Google Earth.

Fuente: Autores

— **Relictos de los remanentes del ecosistema**

De las zonas de muestreo se categorizaron 4 puntos como relictos de los remanentes del Bs-t, los cuales son P-26, P-42, P-96 y P-291. Se estimaron como puntos de reserva con poca conexión antropogénica, ya que son los puntos más alejados de las áreas de acceso. En ellos se encontraron:

Tabla 11. Especies encontradas en relictos remanentes del Bosque seco tropical del cerro la Popa.

Especies encontradas en remanentes del Bs-t	
Especies	Punto de muestreo
<i>Pereskia guamacho</i>	P-26
	P-42
<i>Pithecellobium dulce</i>	P-26
<i>Byttneria aculeata</i>	P-26
<i>Bursera graveolens</i>	P-26
	P-42
	P-291
<i>Pseudobombax septenatum</i>	P-26
	P-42
	P-96
	P-291
<i>Guazuma ulmifolia</i>	P-26
	P-42
	P-96
<i>Tabebuia chrysantha</i>	P-26
<i>Acacia famesiana</i>	P-42
	P-96
	P-291
<i>Plumeria alba</i>	P-96
	P-291
<i>Caesalpinia ebano</i>	P-96
<i>Bursera simaruba</i>	P-291
<i>Astronium graveolens</i>	P-42
	P-96
<i>Trophis racemosa</i>	P-96
<i>Spondias mombin</i>	P-96

Especies encontradas en remanentes del Bs-t	
Especies	Punto de muestreo
<i>Tabebuia billbergii</i>	P-96
	P-291
<i>Cordia alba</i>	P-96
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	P-291

Fuente: Autores

6.1.2. Estado actual del ecosistema

6.1.2.1. Condiciones del paisaje

A través de la figura 24, Se pudo observar las condiciones actuales del cerro a través del estudio de las actividades que existen en la zona. Se indujo que en consecuencia al crecimiento poblacional y expansión urbanística ha sido uno de los factores para los cuales el Bs-t del Cerro la Popa este demarcado y delimitado dentro de la ciudad sin posible creación de nuevos parches ecosistémicos.

Es así como se creó la figura 25 la cual hace la representación de la matriz en el área de estudio, tamaño de parche y senderos de conectividad antropogénica. Hay que destacar que como solo existe un parche ecosistémicos global (Cerro la popa) no existen senderos de conectividad con otras especies ya sean de fauna o flora.

- **Matriz:** Representa el área que contiene los diferentes tipos de vegetación, parches y corredores. Se obtuvo un área de 0,92 km² que contiene: Área fragmentada (Zona de pastoreo), Instalaciones militares (Cantón militar y área institucional), Humedal, Zonas de perturbación (Caseta de comunicaciones antigua, Antena de comunicaciones, Tanque de almacenamiento de agua, Polígono de tiro, Parches del ecosistema y Senderos de acceso.



Figura 25. Matriz del ecosistema del Bs-t del Cerro la Popa a través de la herramienta Google Earth.

Fuente: Autores

- **Parche del ecosistema:** Se identificó el cerro la popa, como única área donde existe remanentes del Bs-t innato y con perturbaciones puntuales. Se obtuvo un área de 44,57 Ha.
- **Acceso de ingreso al cerro:** Se identificaron 3 senderos o rutas demarcadas que tiene conexión al cerro la Popa.

6.1.2.2. Condiciones bióticas.

— Composición del Bosque seco tropical del Cerro la Popa

Dentro de las 10 parcelas de muestreo se encontraron alrededor de 188 individuos donde se identificaron 23 género y 27 especie, mediante el catálogo de árboles urbanos en Colombia de la Universidad EIA y USFS (2018), el catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá por la Universidad EIA (2014), Pizano y García (2014) en el documento El bosque seco tropical en Colombia, López et. all, (2016) en 100

plantas del Caribe Colombiano y Hernández et. all. (2018) en Bosque seco tropical: guía de especies.

Tabla 12. Composición florística del Bs-t del Cerro la Popa

Nº	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	<i>Bignoniáceae</i>	<i>Tabebuia</i>	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacán amarillo
2	<i>Bignoniáceae</i>	<i>Crescentia</i>	<i>Crescentia cujete</i>	Totumo
3	<i>Bignoniáceae</i>	<i>Tabebuia</i>	<i>Tabebuia billbergii</i>	Puy o Coralibe
4	<i>Bignoniáceae</i>	<i>Tabebuia</i>	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble
5	<i>Bignoniáceae</i>	<i>Roseodendron</i>	<i>Roseodendron chryseum</i>	Cañahuate
6	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>Cordia alba</i>	Uvito
7	<i>Fabáceae</i>	<i>Pithecellobium</i>	<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango
8	<i>Fabáceae</i>	<i>Haematoxylum</i>	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil
9	<i>Fabáceae</i>	<i>Platymiscium</i>	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Corazón fino
10	<i>Fabáceae</i>	<i>Senna</i>	<i>Senna bicapsularis</i>	Cuchillito
11	<i>Fabáceae</i>	<i>Caesalpinia</i>	<i>Caesalpinia ebano</i>	Ébano
12	<i>Fabáceae</i>	<i>Caesalpinia</i>	<i>Caesalpinia coriaria</i>	Dividivi
13	<i>Malváceae</i>	<i>Byttneria</i>	<i>Byttneria aculeata</i>	Bebechicha
14	<i>Malváceae</i>	<i>Pseudobombax</i>	<i>Pseudobombax septenatum</i>	Ceiba verde

Nº	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
15	<i>Malváceae</i>	<i>Gazuma</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo
16	<i>Malváceae</i>	<i>Sterculia</i>	<i>Sterculia apetala</i>	Camajon
17	<i>Leguminosae</i>	<i>Acacia</i>	<i>Acacia famesiana</i>	Aromo
18	<i>Leguminosae</i>	<i>Albizia</i>	<i>Albizia sp.</i>	Baranoa
19	<i>Leguminosae</i>	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus velutinus</i>	Bollo limpio
20	<i>Burseráceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera graveolens</i>	Palo santo
21	<i>Burseráceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera simaruba</i>	Resbalamon o
22	<i>Anacardiáceae</i>	<i>Astronium</i>	<i>Astronium graveolens</i>	Gusanero
23	<i>Anacardiáceae</i>	<i>Spondias</i>	<i>Spondias mombin</i>	Hobo
24	<i>Cactáceas</i>	<i>Pereskia</i>	<i>Pereskia guamacho</i>	Guamacho
25	<i>Apocynaceae</i>	<i>Plumeria</i>	<i>Plumeria alba</i>	Flor de mayo
26	<i>Polygonaceae</i>	<i>Ruprechtia</i>	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	Volador
27	<i>Clusiaceae</i>	<i>Clusia</i>	<i>Clusia rosea</i>	Copey

Fuente: Autores

Se destaca además de 13 individuos no identificados a los cuales se muestran en el anexo 2, se etiquetaron como lo explica la metodología Gentry (1982). Se reportó 1 especie invasora *Acacia famesiana* (Aromo) en los puntos encuestados y se encontraron 26 especies nativas y 3 endémica correspondientes a las especies de

Roseodendron chryseum (Cañahuate), *Bursera graveolens* (Palo santo) y *Caesalpinia ébano* (Ebano). Por último se identificaron algunas especies exóticas las cuales fueron *Plumeria alba* (Azuceno) y *Pithecellobium dulce* (Chiminango).

Riqueza de familia, género y especie

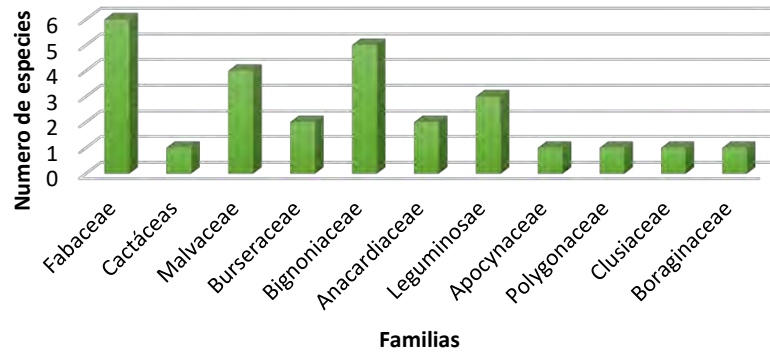
Se halló a la familia *Fabáceae* y *Bignoniáceae* como la que contiene la mayor cantidad de género con 5 y 4 respectivamente y a su vez el mayor número de especies con 6 cada una.

Tabla 13. Riqueza, género y especie del Bs-t

FAMILIA	Nº DE GENERO	Nº DE ESPECIES
<i>Fabáceae</i>	5	6
<i>Cactáceas</i>	1	1
<i>Malváceae</i>	4	4
<i>Burseráceae</i>	1	2
<i>Bignoniáceae</i>	3	5
<i>Anacardiáceae</i>	2	2
<i>Leguminosae</i>	3	3
<i>Apocynaceae</i>	1	1
<i>Polygonaceae</i>	1	1
<i>Clusiaceae</i>	1	1
<i>Boraginaceae</i>	1	1
TOTAL	23	27

Fuente: Autores

RIQUEZA DE FAMILIA

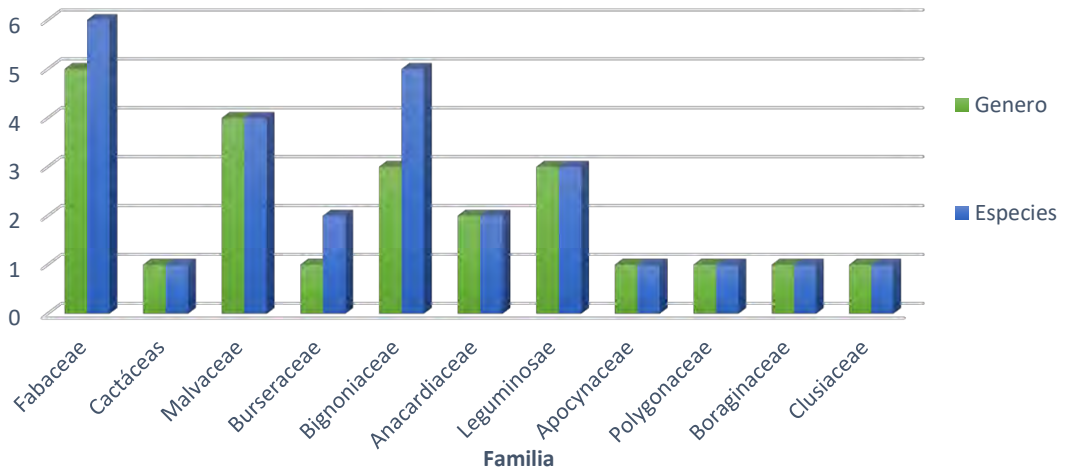


Grafica 1. Riqueza de la familia en Bs-t

Fuente: Autores

La Grafica 1, muestra la riqueza que se obtuvo entre familia y numero de especie, donde resaltaron la familia *Fabaceae* con 22%, *Bignoniáceae* con 19%, *Malvaceae* con 15%, *Leguminosae* con 11%, *Burseraceae* y *Anacardiaceae* 7% cada una y el resto de familia con un común de 4%.

RIQUEZA DE GENERO VS ESPECIE



Grafica 2. Comparación de la riqueza y especie del Bs-t.

Fuente: Autores

En la Grafica 2, se refleja a la familia *Bignoniáceae* como la más diversa con 5 especies de 3 géneros, seguida de *Fabaceae* con 5 especies de 6 géneros y *Burseraceae* con dos especies de 1 genero. Se conoce además que el género más diverso es el *Tabebuia* perteneciente a la familia *Bignoniáceae* que posee 3 especies las cuales son *Tabebuia chrysantha* (Guayacan amarillo), *Tabebuia billbergii* (Puy o Coralibe) y *Tabebuia rosea* (Roble).

Además de la riqueza general de la composición florística, también se hizo de forma específica para cada parcela encuestada, en esta se encontró algunos factores a destacar como lo están expresado en la gráfica 3.

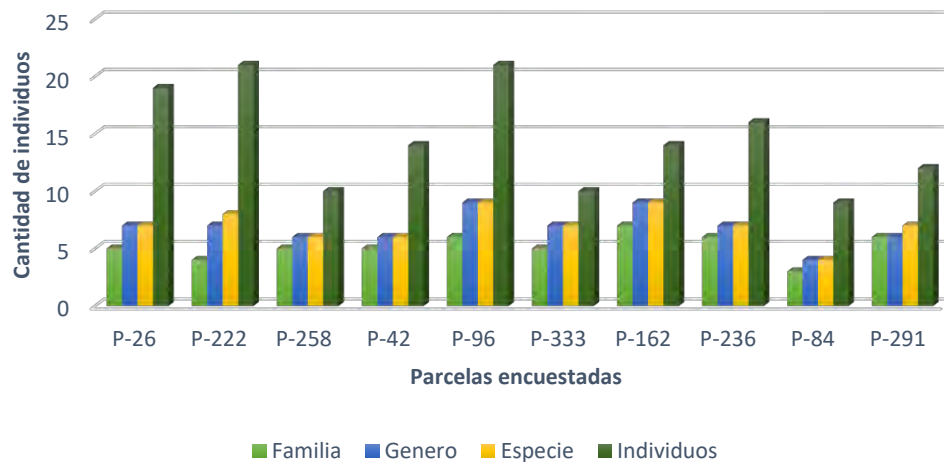
Se destaca que los individuos conocidos son el total de 146, teniendo 70 especies, 68 géneros y 52 familias en todas las parcelas.

Tabla 14. Riqueza y composición de cada parcela encuestada

Parcela	Familia	Genero	Especie	Individuos
P-26	5	7	7	19
P-222	4	7	8	21
P-258	5	6	6	10
P-42	5	6	6	14
P-96	6	9	9	21
P-333	5	7	7	10
P-162	7	9	9	14
P-236	6	7	7	16
P-84	3	4	4	9
P-291	6	6	7	12
TOTAL	52	68	70	146

Fuente: Autores

Riqueza en cada parcela



Grafica 3. Riqueza de cada parcela encuestada del Bs-t.

Fuente: Autores.

De la gráfica 3 se destacó a la parcela P-222 y P-96 como las parcelas con mayor número de individuos dando como resultado el 14% cada una de la flora del estudio, las parcelas P-96 y P-162 se destacaron por tener cada una el mayor número de especies correspondiente al 13%, las parcelas P-96 y P-162 obtuvieron el 13% de los géneros del estudio y por último la parcela con mayor cantidad de familias con un 14% corresponde a la parcela P-162.

Del mismo modo la parcela con menor variedad es la P-84, quien obtuvo los menores números del estudio, estos corresponden al 6% de individuos, especie, género y familia cada una.

Área basimétrica, riqueza y densidad de parcelas.

El área basimétrica se calculó a través de los DAP (Diámetro a la altura del pecho), el cual se obtuvo por medio del CAP (Circunferencia a la altura del pecho), en este se encontró que para el área total de la vegetación que se registro fue de 10,79 m², la estimación es mucho menor a la evaluada en Gonzáles y Narváez (2016), con

una diferencia del 78%, esta cifra se considera mayor puesto que el estudio de referencia tuvo mayor registro de parcelas y por ende de cobertura vegetal.

La parcela con mayor cantidad de área basimétrica es la P-162 con 2 m² aproximadamente.

Tabla 15. Área basimétrica, riqueza y densidad en las parcelas del estudio

Parcela	Especie	Individuos	Área (HA)	Riqueza (SP./HA TOTAL)	Densidad (indiv./HA TOTAL)	Área basimétrica (m ²) en 0,01 HA
P-26	7	19	0,01	70	190	0,989
P-222	8	21	0,01	80	210	1,324
P-258	6	10	0,01	60	100	1,379
P-42	6	14	0,01	60	140	1,306
P-96	9	21	0,01	90	210	1,240
P-333	7	10	0,01	70	100	0,325
P-162	9	14	0,01	90	140	2,006
P-236	7	16	0,01	70	160	0,700
P-84	4	9	0,01	40	90	0,219
P-291	7	12	0,01	70	120	1,307
TOTAL	70	146	0,1	690	1460	10,79

Fuente: Autores

Se calculó además la riqueza y densidad de las parcelas en donde se obtuvo las parcelas P-162 y P-96 con más riqueza, la riqueza se obtuvo a través del número de las especies encontradas en las parcelas y el área total del estudio.

La densidad se calculó por medio del número de individuos de las especies encontradas con el área total del estudio, estableciendo la abundancia vegetal de cada parcela, en ella se establece que las parcelas más densa o abundante son la P-222 y P-96.



La primera (P-222) es la parcela en la que se encontró ubicada en el tanque de almacenamiento de agua potable (zona perturbada), se establece que este estado es en consecuencia a las condiciones bióticas en la zona, además es en la que más fuente de agua se obtiene, debido a la presencia de pérdidas en el tanque de almacenamiento y en la red de distribución que llega y sale de éste, se evidencia condiciones favorables para la permanencia de la cobertura vegetal durante todas épocas, en este sector es más permanente la flora a otras zonas más alejadas y menos perturbadas, ya que una de las problemáticas que tienen los Bs-t es la déficit del agua durante un largo periodo de tiempo.

La segunda (P-96) es la parcela a la cual se estableció como zona innata del Bs-t (remanente), como se explicó antes esta zona es innata por ser una de las zonas que existe en un lugar de difícil acceso, de aquí con el mismo valor de densidad o abundancia del Bs-t, el cual se le aporta un valor de importancia más para evaluar los ecosistemas de las zonas más perturbadas, ya que en contexto esta zona no tiene sitios de perturbación y se encuentra en condiciones naturales del Bs-t.

A lo contrario la parcela menos densa del estudio se registró como la parcela P-84 en la que también se registra la parcela con menos riqueza a las pocas especies encontradas y de igual modo con la parcela con menos individuos.

— **Estructura del Bosque seco tropical del Cerro la Popa**

Para establecer la estructura del Bs-t, se establecieron tablas de distribución de individuos por clases de alturas y de tallos por clases diamétricas.

Clases diamétricas

Para establecer los rangos del DAP se tuvo en cuenta el criterio establecido en la metodología Gentry (1982) en donde solo se tomaron los DAP mayores de 1cm.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



Los datos que ayudaron a establecer los rangos, frecuencia y demás, se realizaron por medio de métodos estadísticos, escogidos del libro de Ciro Martínez (2012).

Lo datos anteceditos son el recorrido dando un valor de 87,86 el cual se aproximó a 88, el número de intervalos se establecieron como 8 y su amplitud para cada intervalo de 11. Las siglas presentadas son:

m_i = marca de clase

f_i = frecuencia absoluta

h_i = frecuencia relativa

F_i = frecuencia absoluta acumulada

H_i = frecuencia relativa acumulada

Tabla 16. Clases diamétricas del Bs-t del cerro la Popa

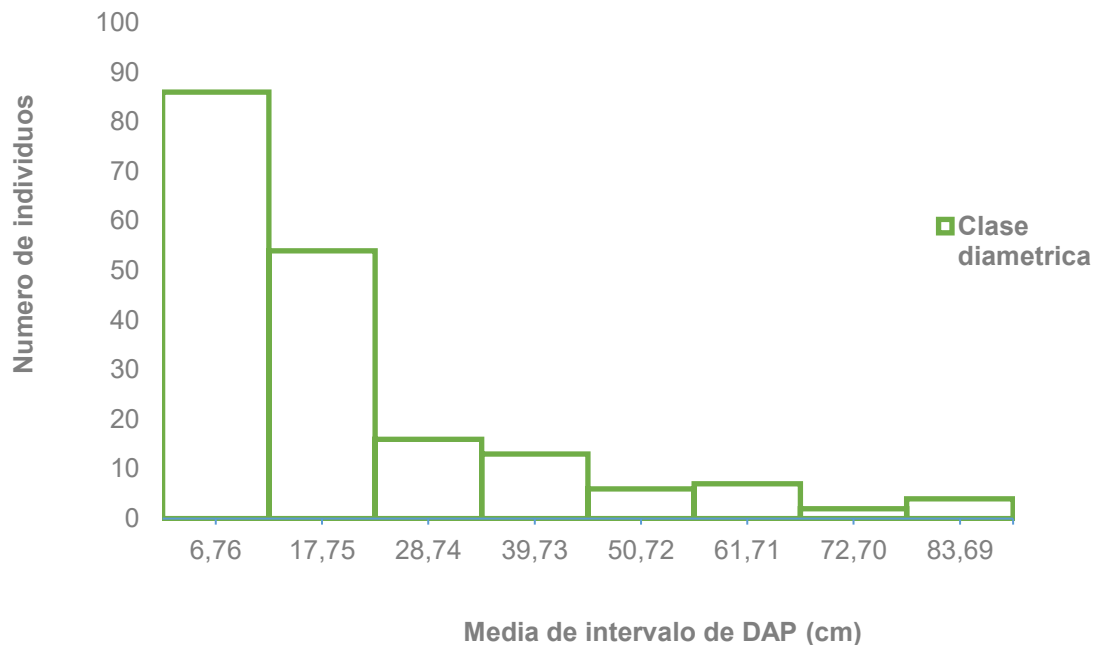
Clase diamétricas	Intervalo de clase (cm)		m_i	f_i											h_i	F_i	H_i
	Límite inferior	Límite superior		P-26	P-222	P-258	P-42	P-96	P-333	P-162	P-236	P-84	P-291	TOTAL			
I	1,27	12,25	6,76	23	7	5	6	12	7	8	5	6	7	86	0,457	86	0,457
II	12,26	23,24	17,75	3	6	3	6	9	7	5	6	4	5	54	0,287	140	0,745
III	23,25	34,23	28,74	1	1	2	2	2	2	0	5	0	1	16	0,085	156	0,830
IV	34,24	45,22	39,73	0	4	1	2	0	0	1	1	1	3	13	0,069	169	0,899
V	45,23	56,21	50,72	0	3	0	1	0	0	0	0	0	2	6	0,032	175	0,931
VI	56,22	67,20	61,71	1	0	2	0	1	0	2	0	0	1	7	0,037	182	0,968
VII	67,21	78,19	72,70	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0,011	184	0,979
VIII	78,2	89,18	83,69	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	4	0,021	188	1,000
TOTAL				29	21	14	18	25	16	18	17	11	19	188	1,000		

Fuente: Autores

Se tiene en cuenta que los valores administrados hacen parte tanto de las especies encontradas como de las anónimas clasificadas en el estudio.

De lo anterior se obtuvo 8 clases diamétricas. La clase I fue la que destacó con 46% de la totalidad de individuos evaluados seguido de la clase II con 29%, la clase III con 8,5%, la clase IV con 7%, la clase VI con 4%, la clase V con 3%, la clase VIII con 2% y la clase VII con 1%. Esto demuestra que las especies más encontradas son de clases inferiores a 23,24 cm de DAP, teniendo en cuenta que la parcela P-26 es la que más individuos tiene de clase inferior.

Clase diametricas



Grafica 4. Clase diamétricas del Bs-t del cerro la Popa

Fuente: Autores

Entre la clase diamétrica I (1,27 – 12,25) se encontraron las especies de están en mayor cantidad de *Astronium graveolens* (Gusanero), *Pithecellobium dulce* (Chiminango), *Crescentia cujete* (Totumo), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), *Senna bicapsularis* (Cuchillito), *Tabebuia chrysantha* (Guayacan), entre otras individuos de especies no mayoritarias por ejemplo *Plumeria alba* (Azuceno), *Cordia alba* (Uvito), *Ruprechtia ramiflora* (Volador), *Tabebuia billbergii* (Puy o Coralibe) y *Clusia rosea* (Copey).

Entre clase diamétrica II (12,26 - 23,24) se especifican a las especies *Acacia farnesiana* (Aromo), *Albizia sp.* (Baranoa), *Sterculia apetala* (Camajon) y *Bursera simaruba* (Resbalamono).

Para clase diamétrica III (23,25 – 34,23) se encontró la especie *Pereskia guamacho* (Guamacho), *Bursera graveolens* (Palo santo), *Caesalpinia ébano* (Ebano), *Roseodendron chryseum* (Cañahuate) y de mismo modo se encontraron individuos de *Astronium graveolens* (Gusanero), *Bursera graveolens* (Palo santo) y *Acacia farnesiana* (Aromo).

Para rango diamétrico de (34,24 – 45,22) el cual se nombra como IV domina la especie *Platymiscium pinnatum* (Corazon fino) y *Bursera graveolens* (Palo santo), a su vez se encontraron individuos de la especie *Pseudobombax septenatum* (Ceiba verde).

La clase diamétrica V clasifica el DAP entre 45,23 y 56,21 se identifican algunos individuos de las especies *Bursera graveolens* (Palo santo), *Pseudobombax septenatum* (Ceiba verde) y *Acacia farnesiana* (Aromo).

Para clases diamétricas de VI a VIII que son clases mayores 56,22 hasta la clase mayor 89,18 se encuentran entre la mayoría de individuos la especie *Pseudobombax septenatum* (Ceiba verde) y algunos individuos de la especie *Acacia farnesiana* (Aromo) y *Bursera graveolens* (Palo santo).

De lo anterior se encontraron individuos de las especies de *Tabebuia billbergii* (Puy o Coralibe), *Tabebuia chrysantha* (Guayacan) y *Senna bicapsularis* (Cuchillito) con el menor DAP (1,27 cm) encontrados en las parcelas P-26 y P-222, y un individuo de la especie *Pseudobombax septenatum* (Ceiba verde) en la parcela P-162.

Clases altimétricas

Entre las clases altimétricas se tomaron en cuenta los valores tomados de las alturas totales de los árboles, que abarca de al ras del suelo hasta el punto más alto (copa).

Se establecieron como altura máxima de 15m y de mínima de 1,30m, una diferencia o recorrido de 13,70, se estableció 7 intervalos con una amplitud de 2. De lo anterior se corrigió el recorrido con un aumento de 1 unidad y esto arroja la siguiente información.

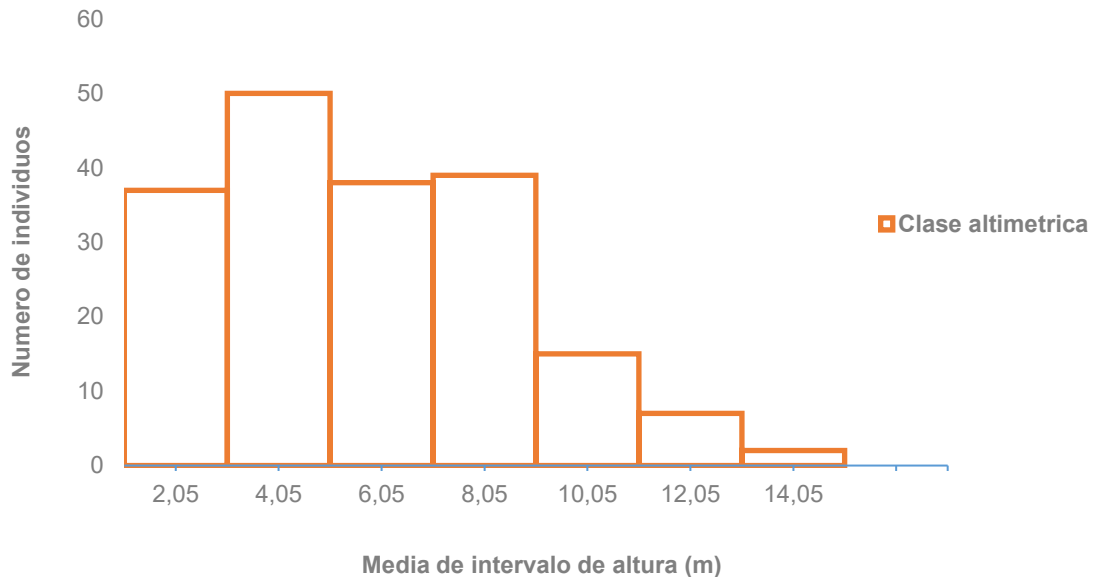
Tabla 17. Clases altimétricas del Bs-t en el cerro La Popa

Clase diamétrica	Intervalo de clase (cm)		m_i	f_i										h_i	F_i	H_i	
	Límite inferior	Límite superior		P-26	P-222	P-258	P-42	P-96	P-333	P-162	P-236	P-84	P-291				TOTAL
I	1,1	3,00	2,05	15	5	2	1	2	3	3	0	3	3	37	0,197	37	0,197
II	3,1	5,00	4,05	10	5	5	4	6	6	5	4	3	2	50	0,266	87	0,463
III	5,1	7,00	6,05	1	3	4	2	7	5	5	3	1	7	38	0,202	125	0,665
IV	7,1	9,00	8,05	2	5	3	5	5	2	2	8	2	5	39	0,207	164	0,872
V	9,1	11,00	10,05	1	3	0	3	3	0	3	1	0	1	15	0,080	179	0,952
VI	11,1	13,00	12,05	0	0	0	1	2	0	0	1	2	1	7	0,037	186	0,989
VII	13,1	15,00	14,05	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0,011	188	1,000
TOTAL (Sumatoria)				29	21	14	18	25	16	18	17	11	19	188	1,000	x	x

Fuente: Autores

Se obtuvieron 8 clases altimétricas de las cuales son: Clase I con un porcentaje de 17%, la clase II con 27%, la clase III con 20%, la clase IV con 21%, la clase V con 8%, la clase VI con 4%, la clase VII con 1%. Se demuestra entonces que la categoría o clase altimétrica de 3,1 m a 5m, seguida de 39 individuos entre un rango de 7,1m a 9m en la clase IV, la clase III de 5,1m a 7m y la clase I de 1,1m a 3m son las más abundantes en el estudio.

Clase altimetrica



Grafica 5. Clase altimétrica del Bs-t del cerro la Popa

Fuente: Autores.

Entre las especies que se caracterizan en la clase altimétrica I (1,1m a 3m) está *Pithecellobium dulce* (Chiminango), *Senna bicapsularis* (Cuchillito), *Cordia alba* (Uvito), *Lonchocarpus velutinus* (Bollo limpio) e individuos de la especie *Byttneria aculeata* (Bebechicha), *Tabebuia chrysantha* (Guayacan) y *Haematoxylum brasiletto* (Brasil).

En la clase II (3,1m a 5m) se establecen la mayoría de los individuos, entre ellas están las especies *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), *Crescentia cujete* (Totumo), *Albizia sp.* (Baranoa), *Tabebuia rosea* (Roble), *Ruprechtia ramiflora* (Volador), *Clusia rosea* (Copey) y *Caesalpinia coriaria* (Dividivi). A su vez se encuentran individuos de las de las especies *Pereskia guamacho* (Guamacho), *Astronium graveolens* (Gusanero), *Acacia farnesiana* (Aromo) y *Tabebuia billbergii* (Puy o Coralibe).



6.1.2.3. Condiciones abióticas.

- Estado del agua: Humedal

No se establecen estudios acerca de las fuentes de agua que se encuentran en el cerro la popa. Debido a mapas topográficos se pueden identificar varios tipos de fuente de agua superficial.

La primera fuente de agua identificable, son los humedales que existen en la falda del cerro, este humedal cumple con una función ecosistémica importante que abarca a ser la fuente de agua más significativa del cerro, de ellos se pueden identificar el humedal perteneciente al cerro la popa en jurisdicción del batallón, por segundo se encuentra las acequias las Mercedes, el arroyo el Mamon y el arroyo el Eneal como lo muestra la figura 9 perteneciente al título 4.4.3 hidrografía.

Según el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (MADS) (2021), demuestra la importancia de los humedales, en ellos se estipulan el control de las inundaciones, actúan como esponja almacenando y liberando lentamente el agua lluvia, protege contra las tormentas, ayuda al control de erosión, actúan como filtros de agua, generan vida silvestre, abastecimiento de agua y energía, purifican y reponen, protegen costas de forma natural y son medios vitales para el almacenamiento de carbono.

Del mismo modo se pueden considerar estas fuentes de agua a nivel global como los ecosistemas más productivos de la tierra y con biodiversidad importante (Sun et, al., 2017 citado en Lenis & Bernal, 2019)

A simple vista el humedal que reposa en las instalaciones del batallón, se caracteriza por ser una fuente de agua natural, en ella se tienen problemas con su estancamiento, se conoce que hay épocas en donde esta fuente tiene etapas mismas de descomposición. La contaminación también es un factor importante al evaluar las condiciones del agua, se conoce que tanto la acequia como el arroyo,



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



arrastran basura por todo su recorrido afectando así a la fuente hídrica que disminuye drásticamente en épocas de sequías. Una solución por parte de funcionarios de la institución afirma que se intentó proteger este ecosistema implementando mallas desde la entrada para poder controlar la generación de basura, poco a poco la comunidad se vio afectada y se obtuvo por cambiar el método. Actualmente estas fuentes hídricas siguen teniendo problemas de contaminación por las comunidades.

Además de los humedales, en las expediciones para el registro correspondiente de las especies del bs-t, se encontró la particularidad de algunas fuentes emergiendo de forma subterránea dentro de la reserva ecológica. Del mismo modo, se entiende que el comportamiento de estas fuentes hídricas dependen de la época climática, en época seca no se evidencia registro o aparición de las fuentes subterráneas y para época de lluvia o húmeda se pueden apreciar el surgimiento de estas. Sin embargo se cree que existe relación de las fuentes mostradas en la figura 9 y estas apariciones esporádicas, se llega a la hipótesis que el comportamiento de estos registros hídricos tiende a surgir debido al nivel freático de la zona.

- Estado del suelo

No se tienen estudios sobre el suelo, por lo tanto no se establecen valores físico-químicos del suelo, estructura o tipo de suelo. A simple vista se puede describir el suelo en el cerro como un contenedor de materia orgánica. Se percibe algunos suelos bien cuidados, en donde el hábitat es enriquecedor para las plantas, dado el caso para las parcelas P-222, que por ejemplo gracias a una fuente antrópica de agua y un suelo rico en materia orgánica (por las caídas de las hojas de los árboles caducifolio) es un área potencial para que varias plantas crezcan de manera normal.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



En varios sectores del cerro se evidencia una pendiente alta y piedras sobresalidas, causando que sea brusco el terreno. Así se evidencia en parcelas como la P-26, P-96, P-33 y P-291.

Dentro del cerro y sobre todo en la zona de falda y zonas cercanas del sendero, se evidencia algunas contaminaciones al suelo por residuos sólidos. En algunas parcelas el rastro de estos contaminantes son más fuertes que en otros, casos como la parcela P-333, en donde se evidencia rastros de llantas industriales, plástico, etc., rastros de la construcción del tanque de almacenamiento de agua potable. Misma parcela representa un impacto significativo en la reserva, ya que es quien contiene a la construcción antes mencionada, se registran excavaciones de piedra, incluso daños a la forma de la zona. Además de ello se aprecia infiltraciones de agua, la zona es inestable para atravesar, y algunas especies persisten con dificultades en el terreno, ocupando una zona en su mayoría de pasto y especies de sucesión temprana.

Así mismo las parcelas P-258 y P-236, se evidencia excavaciones profundas producto de la implementación de las antenas de comunicaciones. Se sabe que solo se logró instalar 1 antena la cual está situada en la parcela P-258, para la P-236 se hizo un impacto en el suelo dejándolo expuesto. Otras parcelas como la P-42, P-26, entre otras, se observó impacto de contaminación en el suelo.

6.1.3. Escalas y niveles de organización.

Según Vargas et al (2012), establece que se tienen cuatro tipos de escalas y nivel de organización, que son: Escala local y nivel de especie, escala local y nivel de comunidad, escala regional o nivel ecosistémico y escala del paisaje. Para el desarrollo del plan de restauración enfocado al Bs-t se establecen ciertos criterios como:



- Se busca restaurar especies con alguna categoría de riesgo significativa, ya sea amenazado o en peligro y extinto.
- Se enfoca en la restauración de la comunidad original (Pionera).
- Se busca la restauración por medio de sucesiones ecológicas, con experimentos a escala de parcela y diseños de tratamiento.

6.1.3.1. Escala local y nivel de comunidad.

Se define entonces una escala local ya que se busca abarcar una parte del ecosistema de la ciudad de Valledupar y la cual se establece dentro de las instalaciones de la Décima Brigada, en esta escala se encontraran las áreas del bosque seco tropical y áreas intervenidas. Se establece el nivel de comunidad con el fin de no solo enfocarse en una sola especie en el plan de restauración ecológica, sino también en las especies vulnerables o que se clasifiquen en las categorías de riesgo, de esto se entiende que la sucesión ecológica abarcada en el plan tendrá prioridades por aquellas especies importantes para el ecosistema original del bosque seco tropical.

6.1.4. Objetivos y metas de restauración.

Para obtener los objetivos del plan de restauración ecológica del bosque seco tropical del cerro la Popa, se deben tener en cuenta en primera instancia las metas que se requieren en la restauración. Estas metas de restauración serán enfocadas en las actividades que se tengan diseñadas para la restauración.

6.1.4.1. Meta de restauración.

Establecer la sucesión ecológica de la reserva ecológica del bosque seco tropical del cerro la Popa, para conservar el ecosistema funcional a mediano y largo plazo. De este modo se busca proteger el potencial de sostenibilidad del ecosistema, tratándose de simular las condiciones de la dinámica de las especies de



ecosistemas no perturbados. Se considera entonces el potencial del ecosistema para suministrar bienes y servicios naturales específicos como una consecuencia de restauración. De igual manera se busca obtener resultados en la conservación del hábitat de flora y el manejo de la regulación de fuentes de agua y el humedal de la reserva. Por último se busca la participación de entidades gubernamentales para el apoyo en la implementación de métodos que incentiven el cuidado del bosque seco tropical.

6.1.4.2. *Objetivos de restauración.*

- Establecer las especies a tener en cuenta para sucesión ecológica del bosque seco tropical.
- Proteger las especies de mayor importancia o que se encuentren en una categoría de amenaza significativa.
- Delimitar áreas para la protección de las especies en las zonas disturbadas tales como: Tanque de almacenamiento de agua potable, Antena de telecomunicaciones e instalaciones construidas cerca del ecosistema por parte del batallón la Popa.
- Entablar actividades de manera pública en donde se dé a conocer el estado del Bs-t, su importancia y el manejo de especies.

6.1.5. Escala de jerarquización de disturbio.

Para establecer esta escala, se tiene en cuenta la tabla 2 del título 4.2. Inciso 4.2.4., La cual se clasifica en dos tipos principales de disturbios que son antrópicos y naturales. Para el Bs-t se establece entonces:

Tabla 18. Disturbios antrópicos y naturales del bosque seco tropical del cerro la Popa.

DISTURBIOS ANTRÓPICOS	CAUSA DEL DISTURBIO
Desarrollo urbanístico	Debido al desarrollo de la ciudad en expansión, la zona de la reserva ha sido custodiada por el batallón la Popa, limitando el acceso a las áreas más influyentes del bosque. Sin embargo existen disturbios presentados como construcciones en las áreas de reserva, como lo son las instalaciones del batallón y construcciones para servicios de la comunidad como el tanque de almacenamiento de agua potable y la antena de telecomunicaciones. (Ver figura 24.)
Deforestación	La deforestación en Bs-t del cerro la Popa se debe al incentivo del desarrollo urbano. Es debido a esto, que se puede encontrar deforestación en la falda del cerro y algunos ubicados en el interior del cerro.
Desecación de humedales	Se halla la posibilidad de presentar una sequía en el humedal que resguarda el cerro la popa, esto causaría un fuerte impacto para la vida silvestre y flora que habite en dicha área. Esta desecación se puede presentar gracias a altas temperaturas o mal manejo en el cuidado del humedal que esta así mismo a disposición del batallón la popa.
Contaminación	La contaminación es un factor predominante en el cerro, se puede encontrar de mayor o menor medida en diferentes áreas. Esta contaminación presente se debe a la comunidad y diferentes proyectos realizados

en el área que optan por botar residuos sólidos en áreas de la reserva ecológica. Entre los contaminantes más común se encuentra el plástico, desde áreas como en la falda del cerro hasta los senderos de acceso al cerro.

DISTURBIOS NATURALES	CAUSA DEL DISTURBIO
Deslizamientos (Pendientes altas en laderas)	Se encontró que el cerro tiene pendientes altas, además de varias zonas expuestas de la roca. Esto hace parte de la geología del cerro, aun así no se descarta posibles deslizamientos en algunas zonas por fuertes lluvias e incluso terremotos.
Incendios naturales o quemas	Se presentan quemas ocasionales en el cerro, son comunes en épocas de temperaturas bajas (Ver título 4.4.2.), se puede dar en la falda de cerro en contacto antropológico o de forma antropológica accidental en los interiores de la reserva ecológica.

Fuente: Autores.

6.1.6. Potencial de regeneración.

Se clasifico el potencial de regeneración teniendo en cuenta tres características claves:

- Origen de las especies.
- Categoría de amenaza significativa.
- Usos y servicios ecosistémicos potenciales en la regeneración.

6.1.6.1. Potencial por su origen, categoría de amenaza y servicios ecosistémicos.

Tabla 19. Pithecellobium dulce.

PITHECELLOBIUM DULCE	
Familia:	Genero:
Fabaceae	Pithecellobium
Nombre común:	
Chiminango	
Origen:	
Esta especie es nativa y exótica de Colombia (Pizano & García, 2014). Su distribución se encuentra en la región Caribe, el Urabá antioqueño y en departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, La Guajira, Magdalena y Sucre. (López et al., 2016)	
Categoría de amenaza:	
Su estado de conservación se considera en preocupación menor (LC), esto establece que carece de amenaza de desaparición en la región. (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014)	
Servicios ecosistémicos y usos:	
Su madera se emplea en postes de cerca, carpintería y en algunos casos lo usan para la fabricación de carbón. Sus servicios ecosistémicos abarcan desde alimento para la fauna, restauración ecológica, barrera rompevientos y cerca viva. (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014)	

Fuente: Autores.

Tabla 20. Pereskia Guamacho

PERESKIA GUAMACHO	
Familia:	Genero:
Cactáceas	Pereskia

PERESKIA GUAMACHO

Nombre común:

Guamacho

Origen:

También llamada Pereskia colombiana, es un arbusto o árbol pequeño de origen nativo en Colombia. Su distribución se encuentra en las llanuras del Caribe y la Orinoquia, se encuentra en departamentos como Atlántico, Bolívar, Casanare, Cesar, La Guajira y Magdalena. También se puede encontrar en Venezuela. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

Categoría de amenaza:

Se considera como no evaluado.

Servicios ecosistémicos y usos:

Se emplea con usos medicinales, forraje y construcción. Sus servicios ecosistémicos abarcan desde el alimento por su gran cantidad de proteína (16.5%) y digestibilidad (51.0%). (López et al., 2016)

Fuente: Autores.

Tabla 21. Byttneria aculeata

BYTTNERIA ACULEATA

Familia:

Malvaceae

Genero:

Byttneria

Nombre común:

Bebechicha

Origen:

Nativa. Su distribución se esparce por los Andes, Guayana y Serranía de la Macanera, Llanuras del Caribe, Orinoquia, Valle del Cauca y Valle del Magdalena. Se ubica del mismo modo en departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Caldas, Choco, Córdoba, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Norte de Santander,

BYTTNERIA ACULEATA

Santander, Sucre, Tolima y Valle. También se puede encontrar desde México y Bolivia. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

Categoría de amenaza:

Su estado de conservación se considera en preocupación menor (LC), esto establece que carece de amenaza de desaparición en la región. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

Servicios ecosistémicos y usos:

Se considera de uso medicinal según la biblioteca digital de la Medicina tradicional mexicana perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se considera una especie invasora para cultivos de plátanos. (Vibrans, 2010)

Fuente: Autores.

Tabla 22. Bursera graveolens

BURSERA GRAVEOLENS

Familia:

Burseraceae

Genero:

Bursera

Nombre común:

Palo Santo

Origen:

De origen nativo y endémico en Colombia, su distribución abarca en las regiones de los Andes, Llanuras del caribe, Valle del Cauca y Valle del Magdalena. Se encuentra en departamentos como Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Tolima y Valle. De manera global se establece desde el sur de México al Noroeste de Perú. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

BURSERIA GRAVEOLENS

Categoría de amenaza:

Su estado de conservación en Colombia se considera en casi amenazada y en la isla de Galápagos en Ecuador se considera Vulnerable. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

Servicios ecosistémicos y usos:

Su uso se considera maderable y medicinal. (Marín, 2013)

Fuente: Autores.

Tabla 23. Pseudobombax septenatum

PSEUDOBOMBAX SEPTENATUM

Familia:

Malvaceae

Genero:

Pseudobombax

Nombre común:

Ceiba Verde

Origen:

Especie de origen nativa. Su distribución abarca casi todo el país, desde las regiones de Amazonia, Orinoquia hasta los Andes, Pacifico, llanura del Caribe y los valles de Cauca y Magdalena. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

Categoría de amenaza:

Su estado de conservación se considera no evaluado.

Servicios ecosistémicos y usos:

La madera se emplea para construcción como postes y estacas. La corteza se usa para la fabricación de cuerdas y sogas. Se obtienen servicios ecosistémicos como ornamental y alimento para fauna. (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014)

Fuente: Autores.

Tabla 24. Guazuma ulmifolia

GUAZUMA ULMIFOLIA	
Familia:	Genero:
Malvaceae	Guazuma
Nombre común:	
Guasimo	
Origen:	
<p>Nativa. Se encuentra distribuida en la región Caribe, en el Urabá antioqueño y en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena y Sucre. (López et al., 2016)</p>	
Categoría de amenaza:	
<p>Su estado de conservación se considera en preocupación menor (LC), esto establece que carece de amenaza de desaparición en la región. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)</p>	
Servicios ecosistémicos y usos:	
<p>Como alimento presenta propiedades beneficiosas, contiene alrededor del 16% de proteína y su digestibilidad abarca hasta un 40% aproximadamente. Con la savia y mucilago se pueden curar raspaduras y males en articulaciones. (López et al., 2016). De igual forma presta servicios como sombra, alimento para la fauna y restauración ecológica. (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014)</p>	

Fuente: Autores.

Tabla 25. Tabebuia chrysantha

TABEBUIA CHRYSANTHA	
Familia:	Genero:
Bignoniaceae	Tabebuia

TABEBUIA CHRYSANTHA

Nombre común:

Guayacán amarillo

Origen:

Nativa y cultivada. Su distribución se esparce en las regiones de la amazonia, andes, llanura del Caribe, Pacifico, Valle del Cauca y Valle del Magdalena. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

Categoría de amenaza:

Su estado de conservación se considera en preocupación menor (LC), esto establece que carece de amenaza de desaparición en la región. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

Servicios ecosistémicos y usos:

La especie se presta para usos de madera en construcciones. Tiene funciones ecosistémicos como sombra, ornamentales y alimento para la fauna. (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014)

Fuente: Autores.

Tabla 26. Haematoxylum brasiletto

HAEMATOXYLUM BRASILETTO

Familia:

Fabaceae

Genero:

Haematoxylum

Nombre común:

Brasil

Origen:

Especie nativa en Colombia. Su distribución se puede encontrar en la región Caribe, en departamentos como Atlántico, Bolívar, Cesar, la Guajira y Magdalena. (López et al., 2016)

HAEMATOXYLUM BRASILETTO

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

Servicios ecosistémicos y usos:

Su uso principal es como tinte para colorear telas, llamado hematoxilina, este se extrae de la corteza cocinada y esta desprende un color rojizo principalmente, también se obtienen colores como gris, marron, violeta, azul y negro. Se usa de manera medicinal para la caída del cabello, Tambien se puede encontrar de manera frecuente como leña y forraje. (López et al., 2016)

Fuente: Autores.

Tabla 27. Astronium graveolens

ASTRONIUM GRAVEOLENS

Familia:

Anacardiaceae

Genero:

Astronium

Nombre común:

Gusanero

Origen:

Nativa de Colombia. Su distribución se encuentra en la región Caribe, Urabá antioqueño y en departamentos como el Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Guajira, Magdalena y Sucre. (López et al., 2016)

Categoría de amenaza:

Su estado de conservación se considera en preocupación menor (LC), esto establece que carece de amenaza de desaparición en la región. (Pizano & García, 2014).

Servicios ecosistémicos y usos:

Tiene usos desde combustible, forraje y medicinales. Se encontró que la cocción de las hojas se usa en baños para aliviar síntomas de gripa y atribuyen

ASTRONIUM GRAVEOLENS

propiedades para la bronquitis, tuberculosis y las úlceras. (López et al., 2016). Tiene servicios ecosistémicos en función al ornamento y restauración ecológica. (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014)

Fuente: Autores.

Tabla 28. Platymiscium pinnatum

PLATYMISCIUM PINNATUM

Familia:

Fabaceae

Genero:

Platymiscium

Nombre común:

Corazón fino

Origen:

Nativa de Colombia. Su distribución se encuentra en la región Caribe, en departamentos como el Atlántico, Bolívar, Cesar, Guajira, Magdalena y Sucre. (López et al., 2016). También se registra en departamentos como Antioquia, Caldas, Meta, Norte de Santander, Putumayo, Santander y el Valle. De manera global se localiza en América tropical. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

Servicios ecosistémicos y usos:

Sus usos abarcan desde la madera, ebanistería y carpintería en general. Se establece como especie melífera visitada de abejas en temporadas de floración, lo cual indica que la especie es potencial para las abejas y la fauna que se poliniza a través de esta. Proporciona hojarasca y alta producción de follaje que suministra mejores condiciones para el suelo ayudando a controlar procesos de erosión. (López et al., 2016). Tiene funciones como proveer de sombra y ornamento. (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014)

Fuente: Autores.

Tabla 29. Crescentia cujete

CRESCENTIA CUJETE	
Familia:	Genero:
Bignoniaceae	Crescentia
Nombre común:	
Totumo	
Origen:	
<p>Nativa de Colombia. Su distribución se encuentra en la región Caribe, Urabá antioqueño, en departamentos como el Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Guajira, Magdalena y Sucre. (López et al., 2016). También se registra en casi todo el territorio, algunos departamentos como Amazonas, Antioquia, Boyacá, Casanare, Choco, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Santander, Tolima y el Valle. De manera global se localiza en américa tropical. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)</p>	
Categoría de amenaza:	
<p>Su estado de conservación se considera en preocupación menor (LC), esto establece que carece de amenaza de desaparición en la región. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)</p>	
Servicios ecosistémicos y usos:	
<p>Su uso principal proviene de su fruto, tiene propiedades alimenticias y medicinales. Contiene un 8% de proteína y su digestibilidad esta alrededor del 56%. La combinación de su fruto con eucalipto, ají y panela se prepara jarabes para aliviar tos y afecciones respiratorias, también se registra en usos de infertilidad y acelerar trabajos de parto. La especie se considera melífera, sirve como alimento para la fauna y aporta áreas considerables de sombra. (López et al., 2016). La madera se utiliza para cabos de herramientas y el fruto seco en</p>	

CRESCENTIA CUJETE

artesanías, también aporta una función ornamental. (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014)

Fuente: Autores.

Tabla 30. Acacia farnesiana

ACACIA FARNESIANA

Familia:

Leguminosae

Genero:

Acacia

Nombre común:

Aromo

Origen:

La especie es de origen Australiano, pero se ha naturalizado en Colombia. Se considera como especie introducida (Catalogo de árboles urbanos en Colombia, 2018). Su distribución en Colombia se encuentra en la región Caribe, de manera principal en departamentos de la Guajira, Cesar y Atlántico. (López et al., 2016). También se registra los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Santander, Tolima y el Valle. De manera global se puede encontrar en México, Estados Unidos y Oceanía. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

Servicios ecosistémicos y usos:

De manera general se introdujo por razones ornamentales a América, sus usos abarcan desde su madera, aceites, medicinales y artesanías. La resina es usada como adhesivo, de sus flores se extrae aceites esenciales aromatizantes, también con su fruto se puede obtener tinte para telas de seda. Se usa para cercas, postes y mangos de paraguas. De manera medicinal la cocción de las flores se utiliza



ACACIA FARNESIANA

para la dispepsia, su fruto para infecciones de piel, la raíz para disentería, tuberculosis y dolor de abdomen y sus hojas secas se aplican como vendaje en heridas. (López et al., 2016). Del mismo modo se considera en usos como el control de erosión, carbón y forraje. (Herrera et. al., 2016)

Fuente: Autores.

Tabla 31. Senna bicapsularis

SENNA BICAPSULARIS

Familia:

Fabaceae

Genero:

Senna

Nombre común:

Cuchillito

Origen:

Nativa. De manera general se distribuye en regiones como la Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Orinoquia y el Pacifico. También se encuentra en departamentos como Amazonas, Atlántico, bolívar, Cauca, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Meta, putumayo y Tolima; De forma global se puede encontrar desde el sureste de Estados unidos hasta Suramérica. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

Categoría de amenaza:

Su estado de conservación se considera en preocupación menor (LC), esto establece que carece de amenaza de desaparición en la región. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019)

Servicios ecosistémicos y usos:

Gracias a un estudio fisicoquímico por parte de Torrenegra y Jiménez (2017), se destacan tres compuestos importantes en la especie, los cuales son esteroides, quinonas (estas con propiedades medicinales como purgante y antimicrobianas),

SENNA BICAPSULARIS

flavonoides y alcoholes que son compuestos significativos en el crecimiento, metabolismo y ecología de la planta.

Fuente: Autores.

Tabla 32. Plumeria alba

PLUMERIA ALBA

Familia:

Apocynaceae

Genero:

Plumeria

Nombre común:

Azuceno

Origen:

Nativa y exótica (Pizano & García, 2014). De manera global se distribuye en America. (Catálogo de árboles urbanos en Colombia, 2018)

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

Servicios ecosistémicos y usos:

Su uso se limita a lo ornamental.

Fuente: Autores.

Tabla 33. Caesalpinia ebano

CAESALPINIA EBANO

Familia:

Fabaceae

Genero:

Caesalpinia

Nombre común:

Ebano

CAESALPINIA EBANO

Origen:

Especie nativa y endémica de Colombia. Se encuentra en regiones como la llanura del Caribe y en departamentos como Antioquia, La guajira y Bolívar. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019) y (López et al., 2016)

Categoría de amenaza:

En peligro de extinción (EN), se considera el riesgo de desaparecer de su hábitat. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019), (López et al., 2016) y (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014).

Servicios ecosistémicos y usos:

Sus servicios abarcan en su madera, productos medicinales, fijación de nitrógeno en el suelo, sombra y conservación de los suelos. Se usa como forraje para el ganado, sus hojas se utilizan para aliviar espasmos, la madera se usa en artesanías y objetos valiosos ya que se considera como “buena madera”. Presta un servicio ecosistémicos al suelo ya que esta especie es potencialmente utilizada para la conservación de los suelos, sus hojarasca y alta producción de follaje hace que el suelo tenga un humus rico en propiedades, y su raíz ayudan al proceso de erosión de los suelos. (López et al., 2016)

Fuente: Autores.

Tabla 34. Spondias mombin

SPONDIAS MOMBIN

Familia:

Anacardiaceae

Genero:

Spondias

Nombre común:

Hobo

SPONDIAS MOMBIN

Origen:

Nativa y cultivada. Su distribución abarca a todo el territorio Colombiano entre ello, a la regiones de Amazonia, Andes, Guayana y Serrania de la Macarena, Islas Caribeñas, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Cauca y Valle del Magdalena (Bernal, Gradstein & Celis, 2019). También se puede encontrar comúnmente en la región Caribe, Urabá antioqueño y en departamentos como Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena y Sucre. (López et al., 2016)

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

Servicios ecosistémicos y usos:

Entre lo más comunes, se destaca la madera, usos medicinales, alimento para fauna, sombrío y conservación de los suelos. Su fruto es de consumo alimenticio de forma directa, aporta un 15% de proteína y su digestibilidad es de alrededor de 29%. También se utiliza en infusión para combatir resfríos. Esta especie conveniente para la conserva de los suelos, ya que es utilizada para la conservación de los suelos, sus hojarascas y alta producción de follaje hace que el suelo tenga un humus rico en propiedades, y su raíz ayuda al proceso de erosión de los suelos. (López et al., 2016)

Fuente: Autores.

*Tabla 35. **Tabebuia billbergii***

TABEBUIA BILLBERGII

Familia:

Bignoniaceae

Genero:

Tabebuia

Nombre común:

Puy o Coralibe

TABEBUIA BILLBERGII

Origen:

Es una especie nativa de Colombia. Su distribución abarca a las islas caribeñas y llanuras del Caribe. En departamentos como Antioquia, Atlántico, Bolívar, Cesar, La Guajira y Magdalena. De manera global se puede encontrar desde Venezuela hasta el norte de Perú (Bernal, Gradstein & Celis, 2019).

Categoría de amenaza:

Su estado de conservación se considera en preocupación menor (LC), esto establece que carece de amenaza de desaparición en la región. (Pizano & García, 2014).

Servicios ecosistémicos y usos:

Tiene usos con la madera para la elaboración de carbón, ebanistería, carpintería, construcción, etc. Se le considera como “buena madera” ya que es una madera dura, pesada y duradera. Sus flores y frutos son una fuente de alimento para la fauna y debido a su apariencia de sus flores amarillas se considera ornamental (López et al., 2016).

Fuente: Autores.

Tabla 36. Cordia alba

CORDIA ALBA

Familia:

Boraginaceae

Genero:

Cordia

Nombre común:

Uvito

Origen:

Nativa. Se puede encontrar en la región Caribe, Urabá antioqueño y departamentos del Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena y Sucre (López et al., 2016). Su distribución abarca desde México al norte de Sur

CORDIA ALBA

América y las Antillas (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014).

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

Servicios ecosistémicos y usos:

Sus usos abarcan a la madera como leña y cercas vivas. Sus hojas se usan como emoliente y las flores como sudorífico para combatir el dolor de estómago y la bronquitis. Sus frutos proveen alimentos con 19% de proteína aproximadamente y su digestibilidad abarca hasta el 26%. Es una especie melífera, así que es usada por sus flores no solo como ornamentales sino también en la producción de miel. (López et al., 2016). Sus servicios ecosistémicos incluyen como especie sombría, recuperación de suelos y/o áreas degradadas. (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014).

Fuente: Autores.

Tabla 37. Albizia carbonaria

ALBIZIA CARBONARIA.

Familia:

Leguminosae

Genero:

Albizia

Nombre común:

Carbonero

Origen:

Especie nativa. Se caracteriza en regiones de los Andes, islas caribeñas, llanura del Caribe, Pacifico, valle del Cauca, valle del Magdalena. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019).

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

ALBIZIA CARBONARIA.

Servicios ecosistémicos y usos:

Usada por su madera, esta especie es una materia prima en la producción de carbón y principalmente se utiliza para la leña. Reconocida también para construcciones, carpintería, cercas, etc. (López et al., 2016).

Fuente: Autores.

Tabla 38. Roseodendron chryseum

ROSEODENDRON CHRYSSEUM.

Familia:

Bignoniaceae

Genero:

Roseodendron

Nombre común:

Cañaguat

Origen:

Endémica y nativa de los bosques secos de Colombia (López et al., 2016). Se puede encontrar en regiones de la llanura del Caribe, en departamentos como Antioquia, Atlántico, Bolívar, Cesar, La guajira y Sucre. De manera global se puede encontrar en Colombia y Venezuela. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019).

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

Servicios ecosistémicos y usos:

Su madera es usada en construcciones para decoraciones, ebanistería y carpintería. Sus hojas tienen propiedades medicinales, se usan en infusiones para bajar la fiebre y la cocción de la corteza para tratar diabetes, el paludismo y parásitos. (López et al., 2016).

Fuente: Autores.

Tabla 39. Sterculia apetala

STERCULIA APETALA.	
Familia:	Genero:
Malvaceae	Sterculia
Nombre común:	
Camajon	
Origen:	
De origen nativo, se encuentra en regiones de llanura del Caribe, Pacífico, Valle del Cauca, Valle del Magdalena. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019).	
Categoría de amenaza:	
Su categoría no está evaluada.	
Servicios ecosistémicos y usos:	
Sus semillas tienen alto contenido de proteína, grasas y fibra con un 13%, 20% y 12.6% respectivamente. Sus flores producen polen y néctar lo que lo convierte en una especie melífera. De manera medicinal esta especie combate el insomnio en infusiones y en baños combate la caída del cabello, sus hojas sirven contra enfermedades respiratorias. Ayuda a la conservación de los suelos (López et al., 2016). Es resistente a inundaciones periódicas y sequías, Su madera se utiliza para extracciones de chapa, en la fabricación de canoas y en carpintería. (Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá por UEIA, 2014).	

Fuente: Autores.

Tabla 40. Tabebuia rosea

TABEBUIA ROSEA.	
Familia:	Genero:
Bignoniaceae	Tabebuia
Nombre común:	
Roble	

TABEBUIA ROSEA.

Origen:

Nativa y cultivada, comúnmente se encuentra en regiones como Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de la Macarena, Pacifico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del cauca y valle del Magdalena (Bernal, Gradstein & Celis, 2019).

Categoría de amenaza:

Su estado de conservación se considera en preocupación menor (LC), esto establece que carece de amenaza de desaparición en la región. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019) (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014).

Servicios ecosistémicos y usos:

Es una especie apreciada por su madera para la carpintería, construcciones y ebanistería. Es una especie melífera, su animal más común son las abejas. En algunas regiones se usa para la fiebre y como antiparasitario (López et al., 2016). Su uso también es apropiado para la restauración ecológica ya que se desarrolla en suelos pobres y degradados, pero con suficiente humedad (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014).

Fuente: Autores.

Tabla 41. Lonchocarpus velutinus

LONCHOCARPUS VELUTINUS.

Familia:

Leguminosae

Genero:

Lonchocarpus

Nombre común:

Bollo Limpio

Origen: Nativo. Su distribución abarca la llanura del Caribe y departamentos como Magdalena y Norte de Santander. De manera global se encuentra desde Panamá hasta Venezuela y Bolivia (Bernal, Gradstein & Celis, 2019).



LONCHOCARPUS VELUTINUS.

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

Servicios ecosistémicos y usos:

Sus usos son para producción de carbón de alta calidad, ebanistería y construcciones. Es de importancia para el hábitat de las aves pues se encarga de darle refugio y sombra. (López et al., 2016).

Fuente: Autores.

Tabla 42. Ruprechtia ramiflora

RUPRECHTIA RAMIFLORA.

Familia:

Polygonaceae

Genero:

Ruprechtia

Nombre común:

Volador

Origen:

De origen nativo y silvestre en Colombia (López et al., 2016), esta especie se distribuye a lo largo del país desde las Llanura del Caribe y Valle del Magdalena, y en departamentos como Atlántico, Bolívar, La Guajira, Magdalena y Santander. De manera global se encuentra desde Panamá hasta Venezuela y Bolivia (Bernal, Gradstein & Celis, 2019).

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

Servicios ecosistémicos y usos:

Principalmente es reconocida por su madera en la producción de carbón y leña, también en actividades de carpintería, ebanistería y construcciones. Suministra alimento para la fauna, sombra y para restauración de suelos degradados. (López et al., 2016).

Fuente: Autores.

Tabla 43. Clusia rosea

CLUSIA ROSEA	
Familia:	Genero:
Clusiaceae	Clusia
Nombre común:	
Copey o Chagualo	
Origen:	
Especie nativa de Colombia, se encuentra en Guayana y Serranía de la Macarena, Islas caribeñas y Llanuras del Caribe. Su distribución global abarca desde el sureste de Estados Unidos hasta Colombia, Venezuela, Guayanas, Antillas mayores y Bahamas (Bernal, Gradstein & Celis, 2019).	
Categoría de amenaza:	
Su categoría no está evaluada.	
Servicios ecosistémicos y usos:	
Por su madera es apreciada para construcción, ebanistería y artesanías. Gracias a sus flores se puede usar de forma ornamental. Aporta alimento para la fauna (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014).	

Fuente: Autores.

Tabla 44. Caesalpinia coriaria

CAESALPINIA CORIARIA	
Familia:	Genero:
Fabaceae	Caesalpina
Nombre común:	
Dividivi	
Origen:	
Originaria de Colombia, es una especie ubicada en llanura del Caribe y Orinoquia. En departamentos como Arauca, Atlántico, Bolívar, Cesar, La Guajira, Magdalena	

CAESALPINIA CORIARIA

y Sucre. Mundialmente conocidas en México hasta Colombia y Venezuela (Bernal, Gradstein & Celis, 2019) (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014).

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

Servicios ecosistémicos y usos:

Es una especie que posee propiedades médicas y alimenticias, sus frutos poseen un 6% de proteína y 69% de digestibilidad, Si estos se secan sirven para aliviar la amigdalitis y sus hojas para la diarrea. Es una especie melífera, sus flores son fuente de néctar para las abejas y ayudan a su polinización. Su madera es usada en la producción de carbón (López et al., 2016). Sus servicios ecosistémicos van desde alimento para fauna, recuperación de suelos y/o áreas degradadas, cerca vivas y barreras rompevientos (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014).

Fuente: Autores.

Tabla 45. Bursera simaruba

BURSERIA SIMARUBA

Familia:

Burseraceae

Genero:

Bursera

Nombre común:

Resbalamono

Origen:

Especie nativa, conocida desde el sur de Estados Unidos a Colombia, Antillas, Trinidad, Guayana y Brasil. Se encuentra en regiones como la serranía de la Macarena, islas Caribeñas, llanuras del Caribe, Orinoquia, Pacifico, Valle del

BURSERIA SIMARUBA

Cauda y Valle del Magdalena. (Bernal, Gradstein & Celis, 2019) (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014).

Categoría de amenaza:

Su categoría no está evaluada.

Servicios ecosistémicos y usos:

Se usa su madera por su fino acabado en construcciones, ebanistería e carpintería. Su leña tiene propiedades de flamabilidad, su resina se utiliza como adhesivo. Para uso medicinal, se usan en infusiones de flores para tratar dolores musculares, trabajos de parto, analgésico, purgante, contra la diarrea, fiebre y amigdalitis. (López et al., 2016). Su función puede complementarse como cerca viva, provee sombra y alimentos para la fauna (Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra por UEIA, 2014).

Fuente: Autores.

6.1.7. Tensionantes o barreras para la restauración.

Según Villareal et. al., O grupo GREUNAL (2012), se establecen dos tipos de barreras o tensionantes: Ecológico y socioeconómico.

6.1.7.1. Ecológicos

- *Tensionantes relacionados con la dispersión de las plantas.*

La pérdida de los ecosistemas también se debe a los procesos que hay en ella, la dispersión de semillas y la polinización juegan un papel importante cuando de restauración se habla. Actualmente se cree que la función de dispersión y polinización son respuestas a los cambios en los rangos de distribución de especies debido al cambio climático y transformaciones de la cobertura vegetal (Etteer et al. (2018). En la reserva ecológica del Cerro la Popa, se estima las áreas fragmentadas



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



como las zonas de la falda del cerro y algunas dentro de ella. Es así como una barrera es su distribución natural en el ecosistema debido a la falta de espacio para extender el bosque seco tropical.

Se entiende que al ser una zona del caribe las altas temperaturas y el comportamiento bimodal del clima, se presentan periodos largos de sequía que promueven de forma natural o antrópica incendios dentro del Bs-t, lo cual hace más complicado el hecho de la restauración en el hábitad, no solo se tiene que garantizar mayor cobertura vegetal en áreas de degradación si no también su crecimiento adecuado para llegar a hacer funcional dentro del ecosistema.

Unas de las barreras físicas que se pueden encontrar en casi todos los ecosistemas es la contaminación. Para la reserva del cerro, aunque la contaminación no suele ser el principal tensionante, es previsto encontrar escombros, plásticos, madera, etc., contaminando los suelos y en algunos casos degradando la flora de su alrededor. Esto se puede ver provocado debido a una falta de organización dentro del Batallón la Popa, quien es el encargado de proteger el ecosistema.

La fauna polinizadora del cerro, incluye principalmente a las abejas y a su vez aportan un tensionante más, ya que el cerro por estar ubicado en un centro poblado y llegar estar tan cerca con el hábitad urbano, afecta significativamente el estado de las abejas y su potencial polinizador. Se cree que más de la mitad de las especies de plantas en los bosques secos tropicales son polinizados por abejas (Oliveira et, al., 2000 citado en Pizano & García, 2014), esto se debe a que son bosques autoincompatibles y necesitan polinización cruzada (Pizano & García, 2014). Como se pudo evidenciar al momento de definir la potencialidad de restauración de las plantas, se pueden identificar varias de ellas como melíferas que indican que necesitan y son atractivos de abejas para su reproducción, en función de las abejas son fuente de néctar. Se sabe que algunos en el batallón han destruidos panales de



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



abejas africanas dentro del cerro y es muy común encontrar en varios sitios abejas dentro y alrededores de la reserva ecológica.

Además algunos estudios acumulan evidencia de como la radiación de las antenas telefónicas de celular tienen efecto sobre las abejas, al cual se le relaciona con el desorden del colapso de la colonia, algunos estudios realizados en laboratorios, muestran que los campos electromagnéticos alteran la conducta de las abejas melíferas (Gonzales & Torres, 2020). Se cree que la antena de telecomunicaciones ubicada dentro del área de la reserva puede llegar a afectar a las colonias que habitan en el cerro, disminuyendo así su esperanza de vida y transcurso normal del ecosistema.

- *Tensionantes relacionados con el establecimiento de las plantas*

Como factores abióticos, se pueden destacar tensionantes de localización, es decir, se evidencia en el cerro una ausencia de sitios adecuados para la regeneración de la sucesión ecológica, se busca con el batallón afianzar los conocimientos y campos para implementar viveros y bancos de semillas en la zona, así poder tener sitios de germinación de semillas y plántulas para la regeneración de la reserva.

Las restricciones climáticas como las épocas prolongadas de sequía, son una barrera abiótica para el bosque seco tropical. Para poder planear una buena restauración, sobre todo cuando se habla de forestación, se debe tener en cuenta los periodos para que estas plantas jóvenes tengan mayores probabilidades de sobrevivir.

La calidad del suelo es otro factor importante, aunque no se tienen estudios actuales de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cerro, se puede observar a simple vista una gran problemática asumida por este tipo de bosque el cual es la erosión y altas pendientes de montaña. Este llega a tener una influencia significativa en el proceso de restauración, ya que la importancia de las condiciones del suelo



es un factor proporcional para el crecimiento y sobrevivencia de la flora. En algunos sectores de la reserva, se pueden ver erosiones en la roca, sobre todo en lugares de impacto como lo son el área del tanque de almacenamiento de agua potable existente en el cerro, el cual se realizó con excavaciones a la roca provocando incluso filtraciones de agua en el suelo aledaño de la construcción.

Para los factores bióticos se resaltan, la producción de hojarasca exponencial sobre todo en épocas de sequía que inclusive afectan a las plántulas en su establecimiento. Se debe tener en cuenta al momento de la reforestación eliminar cualquier impedimento que no le permita a la especie su crecimiento normal, para así aumentar su probabilidad de crecimiento.

- *Tensionantes relacionados con la persistencia de las plantas*

Solo se destacan dos tipos de barreras que pueden afectar a la persistencia de la flora, la cuales son las restricciones climáticas y algunas plagas. Se evidencia en el cerro la presencia abundante de plagas como el comején (Isoptera), esta plaga afecta a arboles como el Gusanero (*Astronium Graveolens*) quien fue a la planta quien más afectación se vio debido a estas plagas dentro de la reserva ecológica. Esto hace que plantas pertenecientes del bosque desaparezcan de su habitat.

6.1.7.2. Socioeconómicas

Entre los factores socioeconómicos se involucran las talas en sitios cercanos al cerro, uno de ellos es la misma afectación en el ecosistema de sitios urbanos muy cercanos a la reserva, Según el acuerdo 032 de 1996 expedido por el concejo municipal de Valledupar, estos únicos hitos naturales, se prohibiría la construcción de programas de viviendas, individuales o colectivas que atenten contra el equilibrio ecológico. Sin embargo, Se pueden encontrar construcciones muy cercanas al cerro, una de ellas pertenece a las instalaciones del batallón quien contiene viviendas de paso estipuladas para los miembros del mismo.



En el plan de ordenamiento territorial de Valledupar de 2015, se considera en el artículo 18 titulado suelos urbanos de protección en el parágrafo sexto, se entiende que el batallón tiene protección por el suelo polvorín con tratamiento de conservación ambiental, el cual está restringido las urbanizaciones en un radio de 300 metros. Por lo tanto según el municipio el área de la reserva y alrededores está protegida al desarrollo urbanística, sin embargo se tienen varias urbanizaciones cercanas a la reserva ecológica.

6.1.8. Especies adecuadas para la restauración.

Para la implementación del plan de restauración, se tiene que proponer especies adecuadas que ayuden al proyecto. Este es un aspecto muy importante puesto que de las especies dependen el éxito de la restauración (Villareal et. al, 2012).

Principalmente se tienen en cuenta aquellas especies de origen nativas o endémicas, que tengan principalmente tengan una categoría de amenaza VU (Vulnerable), EN (En peligro) o CR (En Peligro Critico). Además que se consideren de servicios ecosistémicos para restauración. A lo cual se asigna diferentes tipos de escogencia:

- Importante: Se trata de las especies con categoría de amenaza VU, EN o CR, de origen endémica y/o son clasificados en algún tipo de restauración.
- Específico: Especies que sean nativas o endémicas, que contenga una preocupación menor o casi amenazadas y posean un servicio hacia el ecosistema de restauración.



6.1.8.1. Especies potencialmente adecuadas.

1. *Caesalpinia ébano (Ebano).*

Categoría de escogencia: **Importante**

Hábito de crecimiento: Árbol

Altura máxima: 18m hasta 40m en bosques pocos intervenidos.

Persistencia de las hojas: Caducifolio.

Etapas de floración: Junio y Julio. En épocas de lluvia moderada o clima seco.

Tipo de suelo: Preferiblemente suelos bien drenados, pobres y arenosos.

Formas de siembra: Esta especie se reproduce por semillas, Su proceso empieza remojando previamente por 12 horas. En cultivo para vivero las plántulas se ubicaran en sombra moderada. (López et al., 2016).

2. *Bursera graveolens (Palo Santo).*

Categoría de escogencia: **Importante**

Hábito de crecimiento: Árbol

Altura máxima: Aproximadamente de 10m.

Persistencia de las hojas: Caducifolio.

Etapas de floración: Desde enero a marzo.

Formas de siembra: Hay estudios relacionados para la germinación eficiente de las semillas de *Bursera graveolens*, En Morillo et. al., 2016, demuestra que la germinación de semillas resulta más efectivo del 20% con el método de escarificación mecánica.



3. *Roseodendron chryseum* (Cañahuate).

Categoría de escogencia: **Especifica**

Hábito de crecimiento: Árbol

Altura máxima: 10m.

Persistencia de las hojas: Caducifolio.

Etapas de floración: Desde octubre con presencia de lluvias hasta enero.

Formas de siembra: Se reproduce por semillas, se sumergen en agua por 24 horas y se germinan con arena lavada, dura alrededor de 5 a 15 días, se pasan a bolsa plástica después que obtienen una altura de 5cm y en el campo se siembran con una altura de 40 a 50cm (López et al., 2016).

4. *Pithecellobium dulce* (Chiminango).

Categoría de escogencia: **Especifica**

Hábito de crecimiento: Arbolito o árbol

Altura máxima: 18m

Persistencia de las hojas: Perenne.

Etapas de floración: Estacional, Julio hasta septiembre, en días seco hasta lluvioso.

Tipo de suelo: Todo tipo de suelos, soporta sequias prolongadas.

Formas de siembra: Su sistema de reproducción se da por semillas, se sumergen durante 24 horas en agua antes de la siembra, Para la germinación se debe esperar 4 semanas. Esta especie se propaga fácilmente por regeneración natural (López et al., 2016).



5. *Guazuma ulmifolia* (Guácimo).

Categoría de escogencia: **Específica**

Hábito de crecimiento: Arbusto o árbol

Altura máxima: 20m.

Persistencia de las hojas: Semicaducifolia.

Etapas de floración: Desde el mes de julio hasta diciembre recorriendo desde días secos hasta lluviosos.

Tipo de suelo: No es exigente en suelos.

Formas de siembra: Propagación por semillas de frutos maduros, se deben sumergir en agua caliente por 10 segundos y agua a temperatura ambiente por 1 día, se debe sembrar tres semillas por bolsa y cuando alcance los 30cm de altura se debe sembrar en el terreno (López et al., 2016).

6. *Astronium graveolens* (Gusanero).

Categoría de escogencia: **Específica**

Hábito de crecimiento: Árbol

Altura máxima: 34m.

Persistencia de las hojas: Caducifolio.

Etapas de floración: Época seca, desde enero a mayo.

Tipo de suelo: Suelos bien drenados, no tolera suelos inundables, se desarrolla bien con suelos de pendiente moderada, es resistente a la sequía.

Formas de siembra: Se propaga por semilla, se agrega directamente en arena o en bolsa con tierra fértil, después de sus primeras dos hojas se



colocan a la sombra por dos semanas. Presenta buena regeneración (López et al., 2016).

7. *Tabebuia bilbergii* (Puy o Coralibe).

Categoría de escogencia: **Específica**

Hábito de crecimiento: Arbolito o árbol

Altura máxima: 14m.

Persistencia de las hojas: Caducifolio.

Etapas de floración: Época seca, de diciembre a enero y su fructificación de febrero a mayo.

Tipo de suelo: No es exigente en suelos, crece en condiciones de sequía.

Formas de siembra: su germinación depende de las semillas extraídas de las vainas, secadas a la sombra, hasta que abren solas. Estas semillas se deben sumergir en agua a temperatura ambiente por 24 horas, se siembran en arena lavada de río y entre los 4 a 6 meses los árboles se pueden sembrar. (López et al., 2016).

8. *Tabebuia rosea* (Roble).

Categoría de escogencia: **Específico**

Hábito de crecimiento: Arbolito o árbol

Altura máxima: 40m

Persistencia de las hojas: Caducifolio.

Etapas de floración: Época seca, desde abril a julio.



Tipo de suelo: Se desarrolla en suelos pobres y degradados, con suficiente humedad.

Formas de siembra: Se deben cosechar los frutos y dejarlos abrir secándolos al sol. Se siembran directamente a la bolsa y al campo cuando se alcance una altura de 45-50cm, su potencial de restauración son en zonas secas. (López et al., 2016).

9. *Cordia alba* (Uvito).

Categoría de escogencia: **Específico**

Hábito de crecimiento: Arbusto o arbolito

Altura máxima: 10m

Persistencia de las hojas: Semicaducifolia.

Etapas de floración: Época seca, desde julio a febrero.

Tipo de suelo: Suelo arenoso, tolera inundaciones temporales.

Formas de siembra: La propagación se da por semilla o estaca, las semillas se extraen del fruto, se secan al aire y a la sombra. Se sumergen al agua por 12 horas y se siembra en arena. (López et al., 2016).

10. *Sterculia apetala* (Camajon).

Categoría de escogencia: **Específico**

Hábito de crecimiento: Árbol

Altura máxima: 40 m

Persistencia de las hojas: Caducifolia.

Etapa de floración: se tienen dos periodos de floración, desde enero a abril y desde septiembre a noviembre. La etapa de fructificación se da en periodo largo desde octubre a junio. (López et al., 2016).

Tipo de suelo: Se resiste a inundaciones y sequias.

Formas de siembra: su reproducción se da por semillas, estas se toman del fruto, se siembran en bolsas con tierra y su trasplantación se hace después que cumplan los 40 a 45 cm de altura, sus primeras etapas se necesitara luz plena. (López et al., 2016).

11. *Ruprechtia ramiflora* (Volador).

Categoría de escogencia: **Específico**

Hábito de crecimiento: Árbol

Altura máxima: 5m

Persistencia de las hojas: no determinado.

Etapa de floración: Su etapa empieza desde diciembre a marzo, en época sea.

Tipo de suelo: Suelos profundos y pocos profundos, resiste a temporadas largas de sequias.

Formas de siembra: Se propaga por semillas, es potencial para la restauración ecológica. (López et al., 2016).

12. *Caesalpinia coriaria* (Dividivi).

Categoría de escogencia: **Específico**

Hábito de crecimiento: Árbol o arbusto



Altura máxima: 8m

Persistencia de las hojas: Perenne.

Etapas de floración: Estacional, se da desde abril a junio y agosto y noviembre.

Tipo de suelo: preferiblemente suelos drenados sin encharcamiento y tolera suelos pobres y arenosos.

Formas de siembra: con semillas se propaga, se sumergen en agua caliente por 1 minuto y después en agua fría por un día. Se siembran en bolsas con tierra fértil y se siembra en el campo a las 17 semanas en el vivero. (López et al., 2016).

Las demás especies registradas, tienen funciones mínimas con el ecosistema, como alimento, sombra y ornamental. Por lo tanto solo se tendrán en cuenta si se complementa con otras especies que presten servicios ecosistémicos dirigidos a la restauración ecológica. De igual forma se aconseja para especies introducidas como el género *Acacia*, no removerlas de sus sitios ya localizados en la zona de reserva (Vargas et. al, 2012), sobre todo si estas cumplen una función ecológica importante como la restauración.

Algunas especies tienen servicios ecosistémicos, estas son: *Pereskia guamacho* (Guamacho), *Pseudobombax septenatum* (Ceiba verde), *Tabebuia chrysantha* (Guayacan amarillo), *Platymiscium pinnatum* (Corazón fino), *Crescentia cujete* (Totumo), *Plumeria alba* (Azuceno), *Clusia rosea* (Copey) y *Bursera simaruba* (Resbalamono).



6.1.9. Lugares recomendados para la restauración

Los sitios a restaurar es una parte fundamental en el desarrollo de la restauración ecológica, en ellos se deben realizar paso a paso experimentos o investigaciones constantes sobre el comportamiento de la flora y fauna del Bs-t.

Se tiene en cuenta, como lo establece Vargas et. al (2012), que para establecer los sitios adecuados para la restauración se deben cumplir un serie de pasos o condiciones, debido a que esta investigación se enfoca en la composición florística y la restauración por el método de reforestación se usara este apartado como sitios recomendados para una futura implementación.

Cabe aclarar, que los sitios recomendados pueden cambiar en la implementación de la restauración, ya que estos dependen de una serie de estudios como el estado del suelo, flujo hidrobiológicos naturales, gradientes topográficos naturales y patrones de drenaje.

1. Ubicación en sitios accesibles

Se tienen en cuenta las rutas de acceso dentro del cerro, las cuales se identificaron 3 de fácil acceso y que tienen conectividad entre ellas, y se establecieron tres zonas para determinar, las que se encuentran de mayor facilidad para la comunidad. En la figura 26, se puede apreciar las zonas delimitadas por las rutas de acceso y conectividad.

La zona 1 es la de más difícil acceso. No tiene otras rutas de acceso, en la parte inferior su pendiente es elevada haciendo que sea casi imposible realizar una ruta, se ve evidencia que entre todas, está es la zona donde se presentan más perturbaciones de incendios ya sea antrópicos o naturales.

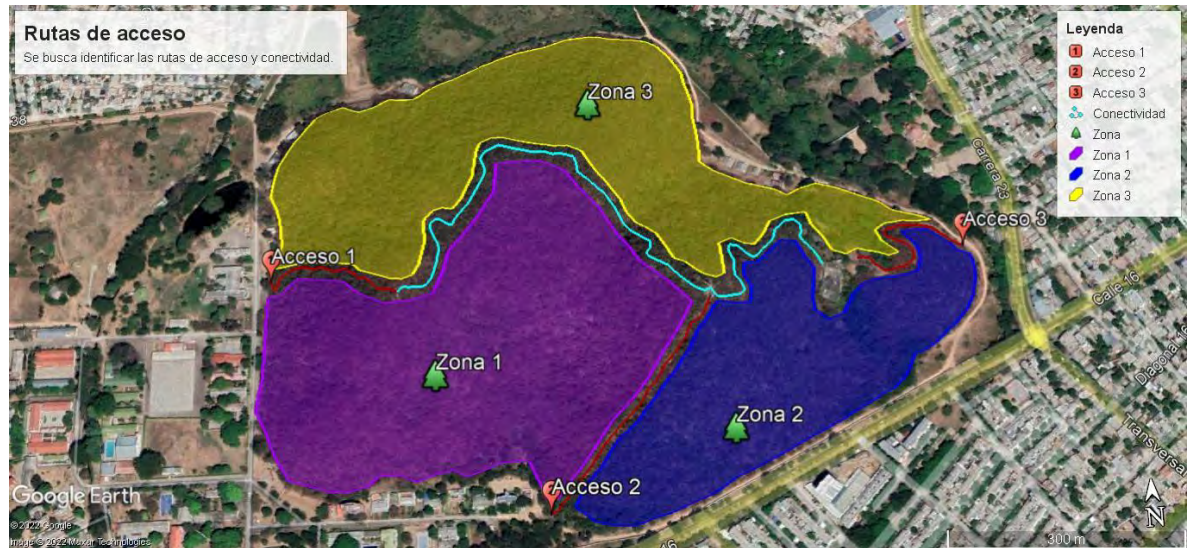


Figura 26. Identificación de las rutas de acceso y conectividad del bosque seco tropical.

Fuente: Autores

La zona 2, es el lugar que menos pendiente tiene del ecosistema, a pesar que casi todo el perímetro del cerro son zonas rocosas con pendientes altas, esta zona es la única que no posee esta característica. Es un área donde se encuentra una zona boscosa con humedad y por ende con propiedades más tropicales, esto debido a la influencia de las tuberías de agua.

La zona 3 es un lugar más propenso a la actividad antrópica, posee en su perímetro algunos lugares con acceso. En esta zona se ubica cerca de lugares como el polígono de tiro, el área institucional del batallón y se evidencio como la zona que ha recibido más contaminación con residuos sólidos del cerro.

Hay que destacar al acceso 3 como el más adecuado de los tres, no solo está muy delimitado, también es ancho con la capacidad de movilizar autos y su pendiente es mínima.



2. Áreas de interés comunitario

Las áreas de interés para la comunidad, en este caso al batallón de la décima brigada, se pueden ver reflejadas en la figura 25 perteneciente al título 6.1.2.1 “condiciones del paisaje” donde se establecen las áreas pertenecientes a la comunidad dentro del cerro, siendo estos:

- Antena de telecomunicaciones
- Caseta
- Tanque de almacenamiento de agua potable

Se debe realizar un estudio más profundo sobre el tema, así se destacaran fácilmente zonas de importancia tanto para servicios ecosistémicos como necesidades de la comunidad.

6.1.10. Propuesta de acciones para la restauración

6.1.10.1. Erradicación de disturbios antrópicos

Recolección de material contaminante: Se deben realizar campañas periódicas (Se recomienda cada trimestre, tiempo prudente para la acumulación de basuras), para la limpieza de residuos sólidos contaminantes dentro del área de la reserva ecológica. Se busca incentivar el cuidado de la reserva teniendo en cuenta que la comunidad participe. Su procedimiento consiste en reunir un grupo de personas de manera organizada, con implementos para la recolección de basuras y algunos equipos de protección personal.

Prevención de la deforestación: Aunque en este caso el disturbio sea mínimo, Es un disturbio que siempre se debe tener en cuenta en el proceso de la restauración ecológica, Con esta actividad se busca realizar un mapa específico de las áreas que requieren cobertura vegetal. Se establecen parcelas con tratamientos específicos



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



para su disturbio y se realiza siembra de las especies escogidas para la restauración.

Prevención en la desecación de las fuentes hídricas de la reserva: Para esto se debe someter una investigación importante para reconocer las fuentes hídricas dentro de la reserva. Por ser una zona donde existe un humedal, el cual es de gran importancia para la ciudad según la Resolución 1207 de 2012.

6.1.10.2. Dispersión de plántulas.

Creación de banco de semillas: Este se realiza con el fin de tener una fuente de especies específicas para contribuir a la restauración. Para ello se debe evaluar el sitio a restaurar como la composición del suelo.

Propagación de material vegetal nativo y arboles remanentes: Se busca que el ecosistema mismo aporte lo necesario para seguir con la sucesión ecológica natural. La propagación de especies nativas y/o remanentes incrementan la materia orgánica y mejora la dispersión de semillas (Vargas et al. 2014).

Instalación de viveros locales: Junto con la participación de la comunidad, se busca promover la propagación de especies. Esto conlleva a realizar un seguimiento constante de los procesos ecosistémicos de las especies dentro de la reserva ecológica.



7. CONCLUSIONES.

En primera instancia, se confirma la estructura del bosque en el que se caracteriza como un ecosistema acorde a un bosque seco tropical, con precipitaciones alrededor de 1000 a 1500 mm estableciendo a los meses de enero y febrero más secos del año y temperaturas de 23°C a 36°C promedio, se establece un sistema bimodal en donde existen dos épocas de lluvias y dos épocas de sequía. Esto es significativo al manejo de las estrategias del plan de restauración, ya que a partir del comportamiento del bosque se pueden diseñar las acciones a impartir. Estas características se ven de igual manera al estudio de 2016 de Gonzales y Narváez.

Se estableció el ecosistema de referencia que corresponde al bosque seco tropical Los Besotes, el cual cumple con características iguales sobre los bosques, en ella se encontró varias especies que no se registran en la reserva del cerro la Popa. Algunas de ellas como *Machaerium biovulatum*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Calliandra magdalenae*, *Cochlospermum vitifolium*, *Brosimum alicastrum*, *Simira cordifolia* y *Maytenus longipes*, que son representativas en la reserva los Besotes. En general se obtienen coincidencias en especies comunes de los bosques como *Astronium graveolens*, *Tabebuia rosea*, *Pereskia guamacho*, *Bursera simaruba* y *Spondias mombin*. Esto demuestra que las especies son representativa a los bosques secos tropicales de la zona y su perturbación en el área forestal es mínima.

Las condiciones actuales (referentes a los años del estudio) demostraron un ecosistema perturbado y fragmentado debido principalmente por la expansión urbanística de la ciudad, el encerramiento de la reserva desconecta los procesos naturales entre fauna y flora con los demás hábitat en la ciudad, pero aporta protección a el resto de la reserva ecológica. Se encontraron áreas de disturbio dentro de la reserva entre ellos se encuentran como se mencionó el tanque de almacenamiento de agua potable, antena de telecomunicaciones, construcción de



instalaciones por la institución del batallón, así como también áreas con pequeña contaminación de residuos entre otras.

Por otro lado, se realizó el estudio a la composición florística del bs-t, el cual comparado con el realizado en 2016 de Gonzales y Narváez. Se llevó a interpretar que las especies encontradas en 2016 fueron de cierto modo el mismo registro encontrado actualmente, se destacan especies como *Bauhimia ungulata*, *Machaerium capote*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Prosopis juliflora*, entre otras, como especies registrados en 2016 pero que no fueron encontradas en este estudio. En total la diferencia de especies es de 15 especies identificadas en Gonzales y Narváez que no fueron encontradas en este estudio, y se realizó un aporte de 19 especies identificadas que no se registran en 2016.

Las familias correspondientes para evaluar la riqueza, sigue siendo la *Fabacea*, sin embargo la familia *Bignoniaceae* obtuvo la mayor diversidad entre género y especie con 5 especies de 3 géneros, para las parcelas se obtuvo la P-222 y P-96 con mayor cantidad de individuos, del mismo modo P-96 y P-162 se destacaron con el mayor número de especies y géneros, por último quien obtuvo la mayor cantidad de familias es la parcela P-162. Parcelas como las mencionadas anteriormente P-96 y P-162 demostraron que a su vez son aquellas que poseen la mayor riqueza, para P-96 junto a P-222 se reveló como las de mayor densidad.

En la evaluación sobre la estructura del bosque basado en cálculos sobre el DAP y la altura de las especies, se encontró que el bosque seco tropical del cerro la Popa, depende de plantas con DAP de 1 a 12 cm y de altura desde 3 hasta 5 mayoritariamente. Esto demuestra que especies como *Guazuma ulmifolia*, *Tabebuia chrysantha*, *Astronium graveolens*, etc., en donde se tienen como las predominantes en esta clasificación. Especies como *Pseudobombax septenatum* predominan los DAP y alturas máximas encontradas en el bs-t.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



El estado de factores como la topografía y la hidrología no tienen estudios científicos en la reserva, por lo tanto su diagnóstico y condiciones de evaluación fueron superficiales, lo más relevante son sus pendientes altas y redes hidrográficas no evaluadas. El humedal es la fuente de agua más importante del cerro y de la cual no existe aún información científica de su funcionamiento o características importante, de igual forma se sabe gracias al MADS (Minambiente) que su importancia abarca varios servicios ecosistémicos, uno de ellos es el almacenamiento de CO₂.

Para el plan de restauración, se caracterizó una escala local y niveles de organización en comunidad, para poder establecer los objetivos del plan. En general el objetivo se estableció para el cuidado de especies potenciales en la ecología de la reserva, en donde se incluyó su origen y forma de crecimiento. También se obtuvo una meta de restauración, que busca poder llevar la reserva ecológica como un ambiente plenamente conservado y que pueda preservar algunas especies nativas e importantes como por ejemplo *Caesalpinia ébano*.

Entre las especies potenciales que cumplen con una función restauradora en el ámbito de una estrategia de sucesión ecológica, se encontró a las especies de *Caesalpinia ébano* (Ebano), *Bursera graveolens* (Palo Santo), *Roseodendron chryseum* (Cañahuate), *Pithecellobium dulce* (Chiminango), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), *Astronium graveolens* (Gusanero), *Tabebuia bilbergii* (Puy o Coralibe), *Tabebuia rosea* (Roble), *Cordia alba* (Uvito), *Sterculia apetala* (Camajon), *Ruprechtia ramiflora* (Volador) y *Caesalpinia coriaria* (Dividivi) mismas especies que se seleccionaron como especies adecuadas para establecer en el plan de restauración. De esta manera se puede intensificar la cobertura vegetal del cerro y recolectar especies para procesos de restauración ecológica en otros lugares de la región.



8. RECOMENDACIONES

Unas de las problemáticas que se encontró en el desarrollo del proyecto, es la falta de información específica de las características de la reserva ecológica del cerro la Popa, es decir, carece de procesos de investigación que vinculen a la reserva y brinden detalles del estado de la zona para nuevas investigaciones.

Por ser un ecosistema en peligro según IAVH (2017), se ve oportuno el cuidado que le brinda el batallón con la restricción de acceso la reserva, pero a su vez, esta misma influencia afecta al cerro al largo plazo. Si el batallón no implementa medidas con respecto al cuidado de la fauna y flora habitada en este ecosistema, podría poco a poco desaparecer, gracias a las limitaciones de conexión de otros ecosistemas.

Por otra parte, se recomienda para las fuentes hídricas de importancia establecidas en la reserva, que su conservación es de gran importancia por ser fuente de agua para las especies del bs-t, implementar medidas para su cuidado y mantenimiento dentro del ecosistema. Los humedales es una de las fuentes hídricas más importantes en el país, ya que aportan a los ecosistemas servicios básicos para su supervivencia. Además gracias al descubrimiento realizado en la P-42 con coordenadas de 10°28'4"N de latitud y 79°16'13"O de longitud, de la fuente hídrica emergente en épocas de lluvia (probablemente por el nivel freático del cerro) se pueden establecer diferentes tipos de estudios o trabajos de investigación referidos a la hidrografía e hidrología del terreno, su topografía, etc. Para establecer de manera puntual las condiciones ecológicas de la reserva.

Se recomiendan las parcelas P-42, P-84, P-258, P-333 y P-222 como sitios adecuados para la propagación de las especies, ya que sus condiciones son de fácil acceso, tienen intereses a nivel comunitario ya que se busca conservar las condiciones del cerro y además son lugares donde se establecieron impactos considerables. Del mismo modo, para el momento de propagación se recomienda



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



tener en cuenta las especies potenciales que buscan la restauración ecológica por medio de sucesiones e incentivar la propagación de especies nativas con alguna clasificación de peligro.

Del mismo modo como diseño de estrategias se implementaría, como se ha dicho anteriormente, por medio de sucesión ecológica para la reforestación en zonas que han sido impactadas, a su vez sirve para influenciar al ecosistema a su diversidad biológica y llevarla al punto de un hábitat controlado y estable.

9. BIBLIOGRAFIA

- Área de paz, desarrollo y reconciliación (2010). *Cesar: Análisis de la conflictividad*. Colombia. Impresol. Recuperado de: https://www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/COL/00058220_Analisis%20Cesar%20Definitivo%20PDF.pdf.
- Arteta, R., Lazaro, L., (2016). *Diagnostico socioambiental del bosque seco subtropical de la cuenca del rio Rancheria, la Guajira, Colombia*. Boletín científico Centro de Museos, museo de historia natural. Recuperado de: *bol.cient.mus.hist.nat.* 20 (2), julio-diciembre, 2016. 57-81. ISSN: 0123-3068 (Impreso) ISSN: 2462-8190. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682016000200005
- Bacca, P. & Burbano, D. (2018). *Restauración ecológica de disturbios antrópicos presentes en la zona alto andina*. Revista de Ciencias Agrícolas. 35(2): 36-50. Recuperado de: [doi:http://dx.doi.org/10.22267/rcia.183502.90](http://dx.doi.org/10.22267/rcia.183502.90)
- Berdugo-Lattke, M.L. & Rangel-Ch, J.O. (2015). *Composición florística del bosque tropical seco del santuario “Los Besotes” y fenología de especies arbóreas dominantes* (Valledupar, Cesar, Colombia). Colombia Forestal, 18(1), 87-103. Recuperado de: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/7789>
- Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2019. *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Recuperado de: <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Camelo D., (2005). *Plan de manejo ambiental para el área de reserva forestal protectora productora de la laguna de Guatavita*. Universidad de la Salle. 98 pp.

- Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza, CATIE, (2000). Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical, Guía para establecimiento y medición. 52 pp.
- Cervantes, A., (2008). *¿Qué es una reserva ecológica?* Colombia, Facultad de ciencias, UNAM. Recuperado de: http://www.repsa.unam.mx/documentos/Cervantes_2008_Reserva.pdf
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del Departamento de Cesar. UT CAEM-E3 (consultor). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.
- DANE, IDEAM, MADS. (2015) Hacia una cuenta de Bosques para Colombia: Algunas consideraciones metodológicas y estimaciones preliminares de la cuenta de activos. Bogotá, D.C.
- Daza Y. & Martínez A., (2019). Criterios de implementación ISO 14001:2015. Caso estudio. Sector productivo planta industrial de fabricación de leche en polvo DAP Colombia Ltd. Valledupar, Cesa.
- Delgado, C.A, (2013). *Tipo de vegetación en localidades secas y muy secas del medio y alto del Cesar*. Colombia: Universidad nacional de Colombia, sede Bogotá, Facultad de Ciencias. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/12852/1/cesarandresdelgadohernandez.2013.pdf>
- Etter A., Andrade A., Saavedra K., Amaya P. y P. Arévalo (2017). Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers2.0). Informe Final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional-Colombia. Bogotá. 138 pp.
- Flavio E., Hidde G., Bustamante R., (2011). Una estrategia integrada en las lagunas y bañados de rocha partido de Esteban Echeverría, provincia de Buenos Aires. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Argentina.

- Fraume N., (2007). *Diccionario medio ambiental*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Galindo A. (2005). Guía para la recolección y manejo de plantas psicotrópicas y material vegetal, para estudio botánico con fines forenses. Bogota, D.C., Colombia. Instituto nacional de medicina legal y ciencias forenses. 18 pp.
- Generalidades del departamento del Cesar. (sf.), Corpocesar. Disponible en: <https://www.corpocesar.gov.co/generalidades.html>
- Grupo Camaleón Alicante. (2017), Disponible en: https://glosarios.servidor-alicante.com/ecologia#terminos_D
- Hernández-Jaramillo, A., Achury, R., Aguilar, J., Arcila, L., Caycedo- Rosales, P., Díaz-Pulido, A., Muñoz, M., Rodríguez-Buriticá, S. y González-M., R. (2018). Bosque seco tropical: guía de especies. Bogotá: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Fondo Mundial para el Medio Ambiente, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 212 pp.
- Keenleyside, K.A., N. Dudley, S. Cairns, C.M. Hall y S. Stolton (2014). *Restauración Ecológica para Áreas Protegidas: Principios, directrices y buenas prácticas*. Gland, Suiza: UICN. X + 118pp. Recuperado de: <https://www.iucn.org/es/content/restauracion-ecologica-para-areas-protegidas-principios-directrices-y-buenas-practicas>
- López C. R., Sarmiento C., Espitia L., Barrero A.M., Consuegra C., Gallego C., B. 2016. 100 plantas del Caribe colombiano. Usar para conservar: aprendiendo de los habitantes del bosque seco. Fondo Patrimonio Natural, Bogotá D.C. Colombia. 240 pp. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Rene-Lopez-Camacho-2/publication/326882449_100_plantas_del_Caribe_Usar_para_conservar_aprendiendo_de_los_habitantes_del_bosque_seco/links/5b6a274845851546

c9f6b5c1/100-plantas-del-Caribe-Usar-para-conservar-aprendiendo-de-los-habitantes-del-bosque-seco.pdf

- López, P., (2011). Plan de restauración del bosque seco tropical de la reserva natural de la sociedad civil Sanguaré (Sucre, Colombia), Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, Recuperado de: <http://grupoeeco.org/gallery/lopez.p.2011-planrestauracionbosquesecosanguare.pdf>
- McDonald T, Gann GD, Jonson J, and Dixon KW (2016) International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.
- Mendoza H. (2008). *Compilación de los inventarios RAP de vegetación en Colombia*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2015). *Plan nacional de restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*. Colombia, Recuperado de: [https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/plan_nacional_restauracion/PLAN_NACIONAL_DE RESTAURACION_2015.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/plan_nacional_restauracion/PLAN_NACIONAL_DE_RESTAURACION_2015.pdf)
- Ojeda, D., Barbosa, C., Pinto, J., Cardona, M.C., Cuéllar, M., Cruz, S. De la Torre, L.S., Castañeda, J., González, Y., Alarcón, J.C., (sf) *Ecosistema, El Medio Ambiente En Colombia* (297-346). Colombia, IDEAM. Recuperado de: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap7.pdf>
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, (2015). *Restauración de bosques y paisajes*. Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias Unasyuva. Vol. 66 2015/3. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i5212s.pdf>

- Pereza W., (2014). Distribución de la temperatura media anual (°C). promedio multianual 1981 - 2010. Grupo de climatología y agrometeorología subdirección de meteorología – IDEAM. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM.
- Pereza W., (2014). Precipitación media total anual. Promedio multianual 1981 – 2010. Grupo de climatología y agrometeorología subdirección de meteorología – IDEAM. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM.
- Phillips O., Baker T., FeIDAPusch T. & Brien R. (2009). RAINFOR field manual for plot establishment and remeasurement. 22 pp.
- Proyecto de reglamento POT-VALL reglamento de zonificación municipal, (2015). Plan de ordenamiento territorial Valledupar.
- SINAP (2020 - 2030), Hacia una política para el sistema nacional de áreas protegidas de Colombia. 86 pp.
- Sistema nacional de información ambiental Nicaragua (SINIA), sf., Marco conceptual y metodológico para la construcción de indicadores ambientales. 14 pp.
- Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas.
- Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Torres J., Escobar O., Vasquez M., Mejia E., Culma N., Madriñan S., Londoño V., (2021). Plántulas y juveniles del jardín botánico de Cartagena, Jardín botánico de Cartagena “Guillermo Piñeres”, Bolívar, Colombia. Recuperado

- de: https://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/1324_colombia_plantulas_juveniles_of_cartagenabg.pdf
- Universidad EIA & EL servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS). (2018). Catalogo virtual de árboles urbanos de Colombia. Recuperado de: <https://catalogoarbolesurbanos.eia.edu.co/>
 - Universidad EIA (2014). Catalogo virtual de flora del Valle de Áburrea. Recuperado de: <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/>
 - Vargas, O., Díaz, J. E., Reyes, S.P., Gómez, P.A., Grupo de restauración ecológica (GREUNAL), (2012). *Guía técnica para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: anexo 8 del plan nacional de restauración. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/plan_nacional_restauracion/Anexo_8_Guias_Tecnicas_Restauracion_Ecologica_2.pdf
 - Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina Y A.M. Umaña. Segunda edición. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

ANEXOS

Anexo 1. Coordenadas geográficas de las parcelas muestreadas en el proyecto a través del sistema de posicionamiento global (GPS) del aplicativo Google Earth.

Tabla 46. Coordenadas geográficas de las parcelas muestreadas

Nombre asignado a la parcela	Coordenadas geográficas		Medidas tomadas
	Latitud	Longitud	
P-26	10°28'4,05" N°	73°16'23,44" O°	50m X 2m
P-222	10°27'55,94" N°	73°16'5,94" O°	
P-258	10°27'54,32" N°	73°16'13,06" O°	
P-42	10°28'4,06" N°	73°16'13,04" O°	
P-96	10°28'0,82" N°	73°16'14,99" O°	
P-333	10°27'51,07" N°	73°16'22,80" O°	
P-162	10°27'57,55" N°	73°16'16,28" O°	
P-236	10°27'54,32" N°	73°16'27,34" O°	
P-84	10°28'0,80" N°	73°16'22,78" O°	
P-291	10°27'52,69" N°	73°16'21,50" O°	

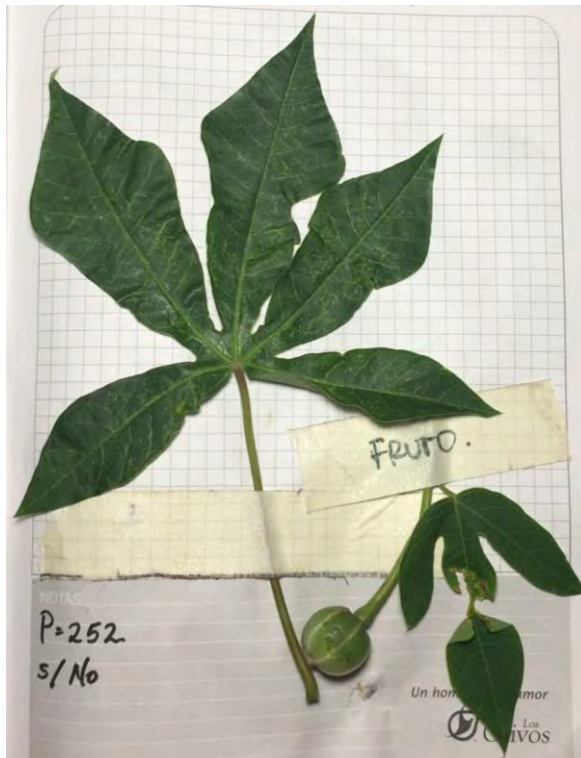
Fuente: Autores.

Anexo 2. Especies no identificadas de las encuestadas en los puntos de muestreo. En total 13 especímenes de los cuales se tiene en cuenta la descripción de sus características.

1. Código dentro del estudio: A1-P26 (Anónimo 1 – Parcela numero 26)

Descripción: Su hábito de crecimiento se mantiene como arbusto, se encontró este espécimen por toda el área del bosque seco tropical del cerro La Popa. Al principio se estableció como “Yuca Silvestre” de la cual se confirmó que no era el taxón correspondiente. Sus hojas alcanzan un tamaño máximo de 40 cm, su fruto es esférico de 2,5 cm aproximadamente. Se encontró 8 individuos en total.

Esta especie se encontró en los puntos de muestreo correspondientes a P-26, P-258 y P-333



*Figura 27. Espécimen no identificado A1-P26
"Yuca Silvestre"*

Fuente: Autores

2. Código dentro del estudio: A10-P26 (Anónimo 10 – Parcela numero 26)

Descripción: Su hábito de crecimiento se mantiene como árbol poco desarrollado, se encontró este espécimen en la parcela 26. Sus hojas alcanzan un tamaño máximo de 6 cm, no se encontró fruto, ni flora. Se encontró 1 individuos en total.

Se induce un parecido junto con otra especie no identificada (A1-P258), pero no se pudo confirmar.



Figura 28. Espécimen no identificado A10-P26

Fuente: Autores.

3. Código dentro del estudio: A3-P26 (Anónimo 3 – Parcela numero 26)

Descripción: Su hábito de crecimiento se mantiene como arbusto, se encontró este espécimen en la pacerla 26, 42 y 291. Sus hojas alcanzan un tamaño máximo de 40 cm, no se encontró fruto, ni flora. Se asoció un parecido con el taxón de “Maíz tostado” pero no se pudo confirmar. Se encontraron 6 individuos en total.



Figura 29. Espécimen no identificado A3-P26

Fuente: Autores.

4. Código dentro del estudio: A2-P26 (Anónimo 2 – Parcela numero 26)

Descripción: No se pudo identificar este espécimen ya que el terreno con pendiente alta no permitía el acceso para su muestreo, se tomó en cuenta sus medidas para realizar el área basimétrica de cobertura vegetal de la parcela 26. (Foto no registrada)

5. Código dentro del estudio: A1-P258 (Anónimo 1 – Parcela numero 258)

Descripción: Su hábito de crecimiento se mantuvo como árbol, se encontró este espécimen por toda el área del bosque seco tropical del cerro La Popa al igual que el individuo A1-P26. Sus hojas tienen forma redonda con una ligera punta al final alcanzan un tamaño aproximado de 10 cm, no se encontró fruto, sin embargo su flor es pequeña de alrededor de 5mm. Se registra 12 individuos en total.

Esta especie se encontró en los puntos de muestreo correspondientes a P-258, P-42, P-96, P-162, P-84 y P-291.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA



Figura 30. Especimen no identificado A1-P258.

Fuente: Autores.

6. Código dentro del estudio: A5-P42 (Anónimo 5 – Parcela numero 42)

Descripción: No se pudo identificar este espécimen, se tomó en cuenta sus medidas para realizar el área basimétrica de cobertura vegetal de la parcela 42. (Foto no registrada)

7. Código dentro del estudio: A6-P42 (Anónimo 6 – Parcela numero 42)

Descripción: Su hábito de crecimiento se mantuvo como árbol. Sus hojas tienen forma ovalada con algunas ondas en su punta con un tamaño aproximado de 8 cm, no se encontró fruto ni flor. Se registra 1 individuo en total.



Figura 31. Especimen no identificado A6-P42.

Fuente: Autores.

8. Código dentro del estudio: A6-P96 (Anónimo 6 – Parcela numero 96)

Descripción: Su hábito de crecimiento es de arbusto. Sus hojas tienen forma ovalada de tamaño aproximado de 30 cm, no se encontró fruto ni flora, Se resalta un parecido al A3-P26. Se registró solo 1 individuo.



Figura 32. Especimen no identificado A6-P96.

Fuente: Autores.

9. Código dentro del estudio: A7-P96 (Anónimo 6 – Parcela numero 42)

Descripción: Su hábito de crecimiento se mantuvo como árbol. Sus hojas tienen forma ovalada con un tamaño aproximado de 6 cm, no se encontró fruto ni flor. Se encontró 1 individuo en total.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA



Ingeniería
Ambiental y Sanitaria



Figura 33. Espécimen no identificado A7-P96

Fuente: Autores.

10. Código dentro del estudio: A2-P333 (Anónimo 2 – Parcela numero 333)

Descripción: Su hábito de crecimiento se mantuvo arbusto. Sus hojas miden alrededor de 30cm, no se encontró fruto ni flor en el momento del muestreo. Se encontró 5 individuos en total.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA



Figura 34. Espécimen no identificado A5-P333

Fuente: Autores.

11. Código dentro del estudio: A5-P162 (Anónimo 5 – Parcela numero 162)

Descripción: Su hábito de crecimiento se mantuvo como árbol. Sus hojas tienen forma ovalada más estrecha al inicio que en la punta aproximada de 6 cm, no se encontró ni fruto ni flora. Se encontró 1 individuos en total.

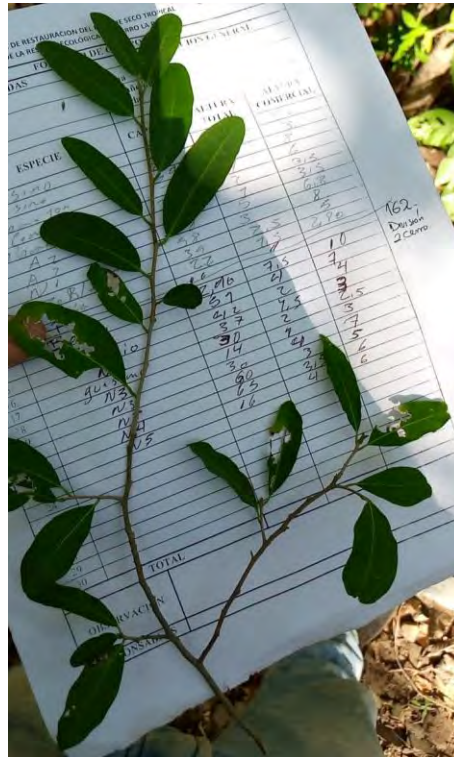


Figura 35. Especimen no identificado A5-P162.

Fuente: Autores.

12. Código dentro del estudio: A4-P236 (Anónimo 4 – Parcela numero 236)

Descripción: Su hábito de crecimiento se mantuvo como árbol. Sus hojas tienen forma ovalada alcanzan un tamaño aproximado de 12 cm, no se encontró fruto ni flor. Se encontró 1 individuo en total.



Figura 36. Espécimen no identificado A4-P236.

Fuente: Autores.

13. Código dentro del estudio: A4-P291 (Anónimo 4 – Parcela numero 291)

Descripción: No se pudo identificar, se tomó en cuenta sus medidas para realizar el área basimétrica de cobertura vegetal de la parcela 291. (Foto no registrada).

Anexo 3. Fichas técnicas de las especies más representativas del bosque seco tropical del cerro la popa. Por preferencia se escogieron 3 especies las cuales son:

Especie importante en el bosque seco tropical del cerro la Popa

CAESALPINIA ÉBANO

Datos de la especie

Familia: Fabaceae
Genero: Caesalpinia
Nombre comun: Ébano
Origen: Nativa y endémica de Colombia.²
Categoria de amenaza: En Peligro (EN)¹

Características de la especie

Habito de crecimiento: Árbol¹
Altura máxima: 18 metros (m)¹
Diámetro aproximado: 50 centímetros (cm)¹
Densidad de follaje: Media¹
Persistencia de la hoja: Caducifolia¹
Época de floración: Junio y Julio (Época seca)²
Época de fructificación: Agosto y Septiembre²
Longevidad: Alta (> 60 años)¹
Rango de altitud: 0 a 1500 m.s.n.m.¹
Tipo de suelo: Bien drenado¹
Forma de siembra: Se reproduce por semillas, Su proceso empieza remojando previamente por 12 horas. Colocar plántulas en sombra moderada.²

Función en el ecosistema

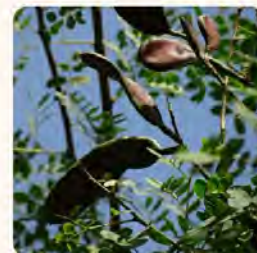
Conservación de suelos: estimula la fijación de nitrógeno, alta producción de follaje y controla la erosión.²



Individuo encontrado en la parcela P-93
(Tomada por Medina y Perdomo, 2020)



Flora del Caesalpinia ébano
(Fuente: Universidad EIA, 2014)



Fruto seco del Caesalpinia ébano
(Fuente: Universidad EIA, 2014)



Hojas del Caesalpinia ébano
(Fuente: Universidad EIA, 2014)

Fuentes:

1. Universidad EIA.(2014). Catalogo virtual de flora del Valle de Ábura por UEIA.
2. López C. R., Sarmiento C., Espitia L., Barrero A.M., Consuegra C., Gallego C., B. 2016. 100 plantas del Caribe colombiano. Usar para conservar: aprendiendo de los habitantes del bosque seco. Fondo Patrimonio Natural, Bogotá D.C. Colombia.

Especie importante en el bosque seco tropical del cerro la Popa

BURSERA GRAVEOLENS

Datos de la especie

Familia: Burseraceae

Genero: Bursera

Nombre común: Palo santo

Origen: Nativa y endémica de Colombia.²

Categoría de amenaza: Vulnerable (VU)²

Características de la especie

Habito de crecimiento: Árbol²

Altura máxima: 10 metros (m)

Diámetro aproximado: 30 centímetros (cm)

Densidad de follaje: Sin especificar

Persistencia de la hoja: Caducifolia

Época de floración: Desde Enero a Marzo¹

Época de fructificación: Desde Enero a Marzo¹

Longevidad: Alta (de 27 a 59 años)¹

Rango de altitud: Sin especificar

Tipo de suelo: Sin especificar

Forma de siembra: Es recomendable la germinación de semillas con el método de escarificación mecánica.

Función en el ecosistema

Maderable y medicinal.

Por ser una especie vulnerable se recomienda incentivar su siembra en lugares donde sea escaso.



Individuo encontrado en la parcela P-258
(Tomada por Medina y Perdomo, 2020)



Flora del Bursera graveolens
(Tomada por Dorantes A., sf)



Fruto del Bursera graveolens
(Tomado por Copalosalto, sf)



Individuo encontrado en la parcela P-26
(Tomada por Medina y Perdomo, 2020)

Fuentes:

1. Martos J., Scarpati M., Rojas C., & Delgado G. (2009). Fenología de algunas especies que son alimento para la pava aliblanca *Penélope albipennis*. Revista Scielo. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Perú, Lambayeque.

2. Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2019. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Especie importante en el bosque seco tropical del cerro la Popa

TABEBUIA BILLBERGII

Datos de la especie

Familia: Bignoniaceae

Genero: Tabebuia

Nombre común: Puy o Coralibe

Origen: Nativa de Colombia.²

Categoría de amenaza: Preocupación menor (LC)²

Características de la especie

Habito de crecimiento: Árbol o arbolito²

Altura máxima: 14 metros (m)

Diámetro aproximado: 12 centímetros (cm)

Densidad de follaje: Sin especificar

Persistencia de la hoja: Caducifolia

Época de floración: Diciembre a Enero¹

Época de fructificación: Desde Febrero a Mayo¹

Longevidad: Larga

Rango de altitud: Sin especificar

Tipo de suelo: No es exigente en suelo.¹

Forma de siembra: Las semillas extraídas de las vainas, secadas a la sombra, hasta que abren solas. Estas semillas se deben sumergir en agua a temperatura ambiente por 24 horas, se siembran en arena lavada de río y entre los 4 a 6 meses los árboles se pueden sembrar.¹

Función en el ecosistema

Maderable: Su madera es dura, pesada y duradera.

Alimento para fauna.¹



Individuo encontrado en la parcela P-236
(Tomada por Medina y Perdomo, 2020)



Flora del Tabebuia billbergii
(Tomada por Dios E., sf)



Madera tomada en parcela P-222
(Tomada por Medina y Perdomo, 2020)



Individuo encontrado en la parcela P-236
(Tomada por Medina y Perdomo, 2020)

Fuentes:

1. López C. R., Sarmiento C., Espitia L., Barrero A.M., Consuegra C., Gallego C., B. 2016. 100 plantas del Caribe colombiano. Usar para conservar: aprendiendo de los habitantes del bosque seco. Fondo Patrimonio Natural, Bogotá D.C. Colombia.

2. Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2019. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Anexo 4. Formato utilizado para el procedimiento de muestreo en las parcelas.
Tabla 47. Formato de registro de especies para la parcela 26, primera parcela de estudio

RESULTADOS OBTENIDOS							
Latitud	10°28'4,05" N°		Fecha		20/10/2020		
Longitud	73°16'23,44" O°		Tamaño de parcela (m2)		100		
N° de parcela	26						
N°	Nombre comun	Nombre científico	CAP (cm)	DAP (cm)	AREA BASAL (M2)	ALTURA COMERCIAL (m)	ALTURA TOTAL (m)
Punto de inicio: LA: 10°28'03"N & LO: 73°16'23"O							
1	Guamacho	Pereskia guamacho	68	21,65	0,036778	3,20	6,30
2	"Yuca silvestre"	no encontrado	12	3,82	0,001145	1,40	3,10
3	Chiminango	Pithecellobium dulce	17	5,41	0,002299	1,40	2,30
4	A2-P26	no se registra	22	7,00	0,003850	1,35	3,50
5	Bebechicha	Byttneria aculeata	10	3,18	0,000795	0,50	1,70
6	Guasimo	Guazuma ulmifolia	30	9,55	0,007158	2,00	3,10
7	Bebechicha	Byttneria aculeata	18	5,73	0,002577	1,00	2,30
8	Bebechicha	Byttneria aculeata	48	15,28	0,018325	1,00	1,80
9	"Yuca silvestre"	no encontrado	7	2,23	0,000390	1,50	2,30
10	Palo santo	Bursera graveolens	180	57,30	0,257699	3,10	7,10
11	"maiztostao"	no encontrado	18	5,73	0,002577	1,80	3,00
12	"maiztostao"	no encontrado	25	7,96	0,004971		2,30
13	"Yuca silvestre"	no encontrado	18	5,73	0,002577	1,30	4,00
14	Ceiba verde	Pseudobombax septenatum	257	81,81	0,525332	4,50	11,00
15	"maiztostao"	no encontrado	4	1,27	0,000127	0,70	1,30
16	"Yuca silvestre"	no encontrado	15	4,77	0,001790	2,00	4,00
17	Chiminango	Pithecellobium dulce	41	13,05	0,013370	1,30	3,00
18	Guasimo	Guazuma ulmifolia	7	2,23	0,000390	1,50	3,50
19	Guayacan	Tabebuia chrysantha	4	1,27	0,000127	1,30	2,30
20	Bebechicha	Byttneria aculeata	25	7,96	0,004971	0,60	2,60
21	Chiminango	Pithecellobium dulce	11	3,50	0,000962	1,00	2,70
22	Chiminango	Pithecellobium dulce	12	3,82	0,001145	1,50	3,00
23	A10-P26	no encontrado	31	9,87	0,007643	2,10	4,80
24	Bebechicha	Byttneria aculeata	16	5,09	0,002036	0,50	2,30
25	Palo santo	Bursera graveolens	96	30,56	0,073301	2,50	8,40
26	Guamacho	Pereskia guamacho	23	7,32	0,004207	3,00	4,00
27	"Yuca silvestre"	no encontrado	28	8,91	0,006236	2,00	5,00
28	Guasimo	Guazuma ulmifolia	28	8,91	0,006236	2,00	4,50
29	Chiminango	Pithecellobium dulce	6	1,91	0,000286	1,00	2,30
30	Punto final: LA:10°28'04"N & LO:73°16'22"O						
31	TOTAL		1077,0	342,8	0,99		

Fuente: Autores.



UNICESAR
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA



Anexo 5. Evidencia fotográfica.



Figura 37. Medición del CAP en la parcela 26.

Tomado por Perdomo, 2020



Figura 38. Conjunto de Cactáceas en el tramo de 50m para la parcela 26.

Tomada por Perdomo, 2020



Figura 39. Medición de la distancia de la parcela para el cumplimiento de los 50m, con la corrección de pendiente.

Tomada por Medina, 2020



Figura 40. Evidencia de residuos sólidos encontrados en el bosque seco tropical P-42.

Tomada por Perdomo, 2020



Figura 41. Tubería que abastece el tanque de almacenamiento de agua potable.

Tomada por Medina, 2020



Figura 42. Filtración de agua en el suelo, generada hipotéticamente por el tanque de almacenamiento de agua potable en la parcela P-333

Tomada por Perdomo, 2020



Figura 43. Antena de telecomunicaciones ubicada en el punto de muestreo 258.

Tomada por Medina, 2020